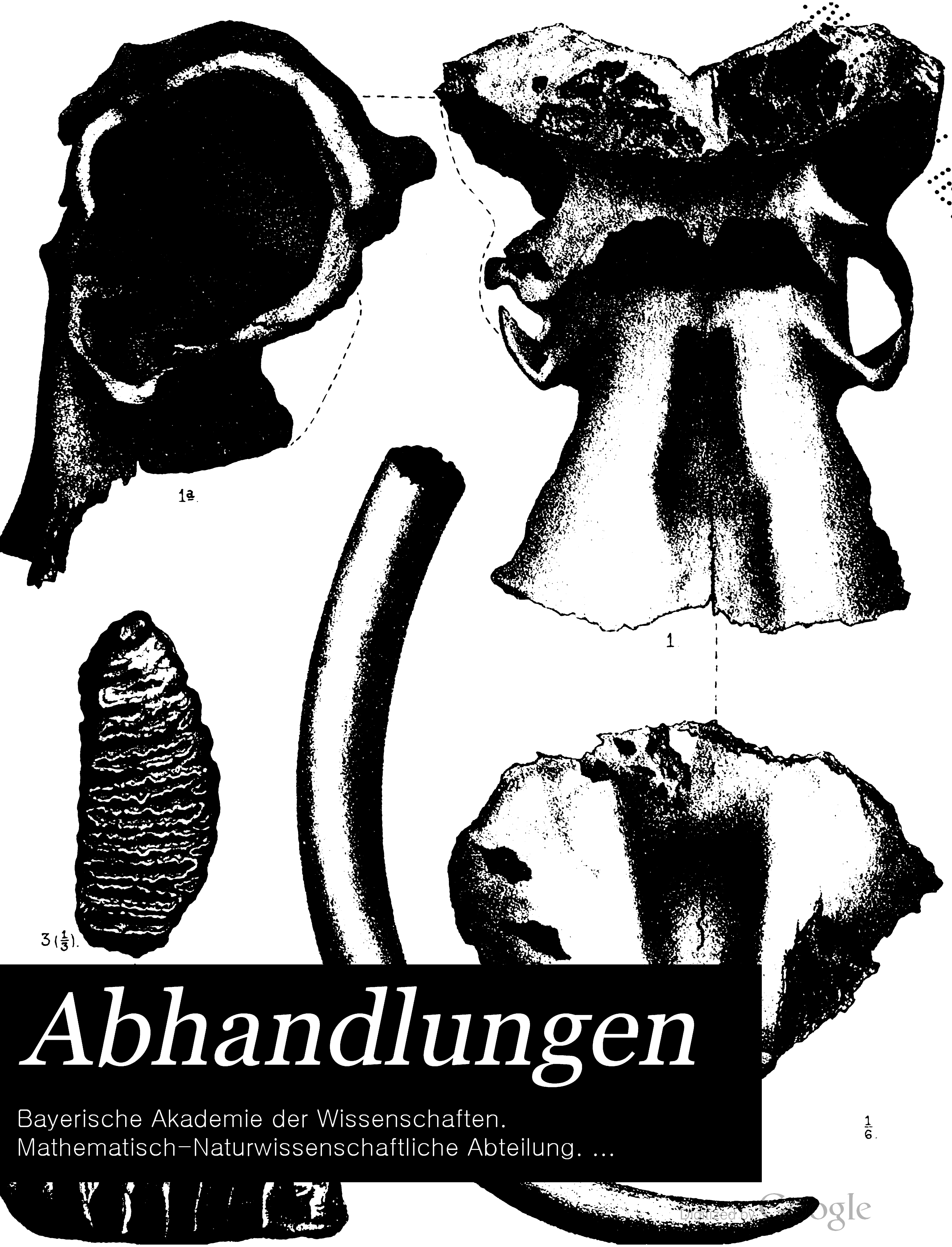
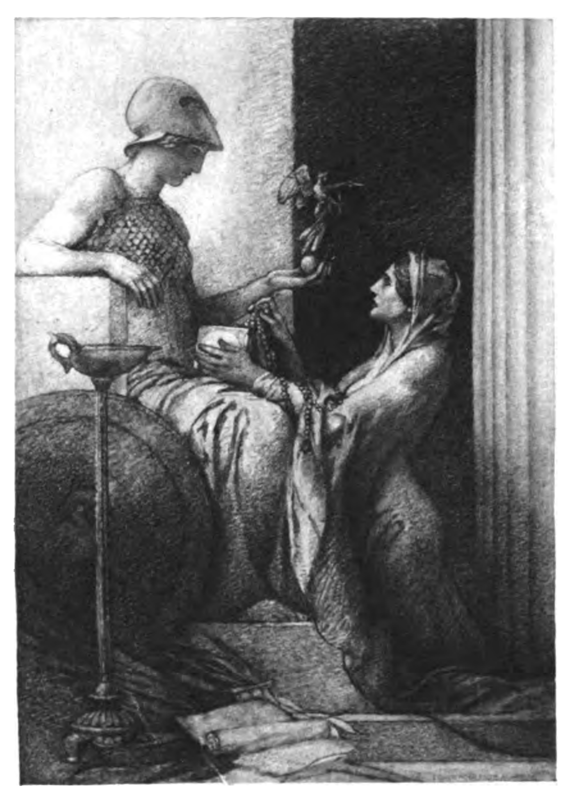

1a
1
3 (1/3)
1/6
Abhandlungen
Bayerische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Abteilung. ...
Digitized by Google





ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

ACHTZEHNTER BAND.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER LXVI. BAND.

MÜNCHEN 1895.
VERLAG DER K. AKADEMIE
IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH).

AKADEMISCHE BUCHDRUCKEREI VON F. STRAUB IN MÜNCHEN.

Inhalt des XVIII. Bandes.

Theorie

der

Beleuchtung staubförmiger kosmischer Massen

insbesondere des

Saturnringes

von

H. Seeliger.

Die vorliegende Abhandlung stützt sich auf Betrachtungen, die ich vor einigen Jahren in der Arbeit „zur Theorie der Beleuchtung der grossen Planeten, insbesondere des Saturn“ [1]) angestellt habe. Ich habe in jener Arbeit, die ich im Folgenden der Kürze wegen mit I bezeichnen will, die dort gewonnenen Grundlagen hauptsächlich auf den hellen Saturnring angewendet. Gegenwärtig beabsichtige ich den Gegenstand allgemeiner zu behandeln und hoffe damit die Photometrie der staubförmigen Massen nicht nur von specielleren Voraussetzungen, welche der Natur des behandelten Gegenstandes gemäss noch in I vorkommen, befreit, sondern auch so allgemein, als es wünschenswerth ist, dargestellt zu haben.

Unter einer staubförmigen kosmischen Masse oder kurz gesagt einer Staubwolke werde ein Aggregat von discreten Massentheilchen verstanden, deren gegenseitige Entfernung gross ist im Vergleiche zu ihren Dimensionen. Dieses Verhältniss braucht keineswegs sehr gross zu sein, es ist aber sicher, dass die in I entwickelten Formeln erst dann genügend genau sind, wenn das genannte Verhältniss eine gewisse Grenze übersteigt. Diese Einschränkung liegt in der Natur der Sache und kommt bei den Anwendungen, die ich bisher zu machen Veranlassung hatte und bei der mässigen Genauigkeit, welche bei der mathematischen Verfolgung ähnlicher Vorgänge, wie die zu besprechenden, aus vielerlei Gründen zu erreichen möglich ist, nicht in Frage. Sie wird überdies bei kosmischen Gebilden staubförmiger Natur schon deshalb weniger wichtig sein, als sie hier wahrscheinlich immer von vornherein erlaubt sein wird.

---

1) Abhandlungen der k. bayer. Akademie d. W. II. Cl. XVI. Band. S. 403—516. München 1887. Insbesondere kommen hier in Betracht Art. 11 ff.

Wenn eine solche kosmische Wolke von der Sonne beleuchtet wird, so wird jedes Massentheilchen andere theilweise beschatten und wird von anderen davor liegenden theilweise verdeckt. Die beschatteten Theile sind im Allgemeinen von den verdeckten verschieden. Nur in dem Falle der genauen Opposition, wenn also der Beobachter genau in derselben Richtung wie die als leuchtender Punkt angenommene Sonne von der Staubwolke aus erscheint, sind beide vollkommen identisch. Hieraus ergiebt sich nun, dass eine mehr oder weniger merkbare Lichtzunahme in der Nähe der Opposition stattfinden muss und es folgt weiter, dass diese Lichtzunahme unter Umständen, nämlich dann, wenn die Staubmasse wenig durchsichtig ist, sehr bedeutend werden kann. Die mathematische Aufgabe, welche sich hier darbietet, besteht darin, die Grösse dieser Lichtzunahme zu berechnen. Dieselbe hat, wie man sieht, gar nichts zu thun mit der Untersuchung des Einflusses der Phase auf die Beleuchtung, welche jedes einzelne Massentheilchen darbietet. Im Gegentheil, die Phase spielt, solange man ganz in der Nähe der Opposition bleibt, gar keine Rolle und das ist der Grund, warum die Theorie der Beleuchtung der Staubwolken in diesem wichtigsten Punkte ganz unabhängig ist von dem elementaren Beleuchtungsgesetze. Dies ist schon deshalb nicht unwichtig, weil man über das letztere bisher keine allgemein gültigen Voraussetzungen machen konnte und dahin gerichtete Versuche in der Photometrie des Himmels immer scheitern müssen, wie ich bei verschiedenen Gelegenheiten gezeigt habe. Sobald man sich von der Opposition um grössere Winkelbeträge entfernt, kommt natürlich der gesammte elementare Einfluss der Phase in Frage und sobald dies eintritt, lassen sich die meisten Beleuchtungsphänomene der Planeten und ähnlicher Weltkörper im Allgemeinen nicht mehr auf gesichertem Wege theoretisch verfolgen.

Bei dem Saturnringe liegen nun in dieser Beziehung die Dinge ausserordentlich günstig, indem der Phasenwinkel stets klein ist. Hierdurch kann man den photometrischen Betrachtungen über ihn eine Sicherheit in den Grundlagen geben, die sonst schwer erreichbar ist. Die Untersuchung der Saturnringe in photometrischer Beziehung dürfen deshalb ein besonderes Interesse beanspruchen, ganz abgesehen davon, dass dieselben auch von nicht geringem Gewichte sind bei der Beant-

wortung der Frage nach der Constitution dieser merkwürdigen Gebilde. Dieser Punkt wird im Folgenden näher erörtert werden.

Die folgende Abhandlung ist in 10 Artikel getheilt, deren wesentlichen Inhalt mit wenigen Worten anzugeben zweckmässig sein dürfte.

Art. 1. Zusammenstellung von Formeln, welche für das Folgende unentbehrlich sind und welche sich auf die Beleuchtung von Kugeln und auf den Begriff der Albedo, in der von mir aufgestellten Definition, beziehen.

Art. 2. Die allgemeine Theorie der Beleuchtung staubförmiger Massen.

Art. 3. Anwendung der Formeln auf eine kugelförmige homogene Staubwolke.

Art. 4. Die Beleuchtung mehr oder weniger durchscheinender staubförmiger Massen mit besonderer Rücksicht auf den sogen. dunklen Saturnring. Die Helligkeitsverhältnisse einer Staubwolke, welche sich scheinbar auf einen anderen Körper projicirt, der durch sie hindurch von der Sonne beleuchtet wird.

Art. 5. Betrachtung der speciellen Verhältnisse, welche die Saturnringe darbieten.

Art. 6. Discussion der Wahrnehmungen, welche an dem dunklen Ringe und bei Gelegenheit des letzten Wiedererscheinens der Saturnringe (i. J. 1891) gemacht worden sind.

Art. 7. Angenäherte Darstellung der Lichtmenge einer undurchsichtigen Staubwolke (heller Saturnring) durch Kramp'sche Integrale.

Art. 8. Die staubförmige Masse wird nicht mehr bestehend gedacht aus Kugeln mit demselben Radius, sondern aus Kugeln von beliebiger Grösse in beliebigem Mischungsverhältniss, wodurch alsdann über die Gestalt der einzelnen Massentheilchen speciellere Voraussetzungen wegfallen.

Art. 9. Umgestaltung der Formeln für den allgemeinen Fall in eine für die numerische Rechnung brauchbare Form.

Art. 10. Detaillirte Behandlung des Falles, in welchem die staubförmige Masse aus Kugeln besteht, deren Radien alle möglichen Werthe zwischen zwei Grenzen haben und zwar alle in gleicher Häufigkeit. — Bemerkungen über den Einfluss einer räumlichen Ausdehnung der Lichtquelle.

Zum Schlusse werden noch einige wenig umfangreiche Zahlentabellen angefügt, welche bei den in dieser Abhandlung vorkommenden Rechnungen Erleichterungen gewähren.

1.

Es sollen zunächst im Anschluss an I einige Festsetzungen gemacht werden. Das Flächenelement ds erhalte unter dem Incidenzwinkel i von einem leuchtenden Punkte die Lichtmenge:

$$L\, ds \cos i$$

und sende einem sehr kleinen Flächenelemente 1, welches senkrecht auf der Verbindungslinie mit ds steht, in der Entfernung Δ unter dem Emanationswinkel ε die Lichtmenge zu:

$$d\,Q = \frac{\gamma\, L\, ds}{\Delta^2}\, \varphi\,(\cos i, \cos \varepsilon)$$

Hierin ist γ eine Constante und φ eine das elementare Beleuchtungsgesetz darstellende, somit im Allgemeinen nicht angebbare Funktion von i und ε. γ hängt mit der Albedo μ zusammen durch die Gleichung [1]):

$$\mu = 2\,\pi\,\gamma \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{tg} i . di \int_0^{\frac{\pi}{2}} \varphi\,(\cos i, \cos \varepsilon) \sin \varepsilon\, d\, \varepsilon$$

oder kürzer:

$$\mu = 2\,\pi\,\gamma\, P$$

Eine unter dem Phasenwinkel [2]) α beleuchtete Kugel mit dem Radius ϱ wird dann dem sehr entfernten Beobachter die Lichtmenge

$$Q\,(\alpha) = \frac{\mu\, L}{2\,\pi\, P} \cdot \frac{\varrho^2}{\Delta^2} \cdot \int_0^{\pi} \sin \vartheta\, d\, \vartheta \int_{\alpha}^{\pi} \varphi\,(\sin \vartheta \sin\,(\omega - \alpha), \sin \vartheta \sin \omega)\, d\, \omega$$

zusenden. Für $\alpha = 0$ wird dieser Ausdruck:

---

1) Vergl. I Art. 5.

2) In der von mir stets gebrauchten Bedeutung: Winkel an der Kugel im Dreiecke Beobachter — Kugel — Lichtquelle.



$$Q(0) = \frac{\mu L}{P} \cdot \frac{\varrho^2}{\Delta^2} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \varphi(\cos i, \cos i) \sin i \, d i$$

Legt man das sogenannte Lambert'sche Gesetz zu Grunde, setzt also:

$$\varphi = \cos i \cos \varepsilon$$

so wird

$$P = \tfrac{1}{2}$$

$$Q_L(\alpha) = \frac{2 \mu L \varrho^2}{3 \Delta^2 \pi} \left\{ \sin \alpha + (\pi - \alpha) \cos \alpha \right\}$$

$$Q_L(0) = \frac{2 \mu L \varrho^2}{3 \Delta^2}$$

welche Formeln sehr bekannt sind. Für das zweite in I verwendete Gesetz (N) ist

$$\varphi = \frac{\cos i \cos \varepsilon}{\cos i + \cos \varepsilon}$$

und dann findet sich

$$P = \tfrac{1}{2}$$

und wenn der Kürze wegen nur der Werth von Q_N für $\alpha = 0$ hingeschrieben wird [1])

$$Q_N(0) = \frac{\mu L \varrho^2}{2 \Delta^2}$$

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass, wenn die Lichtquelle eine kleine überall gleich helle Kugel ist, die dem Elemente ds als eine Kreisscheibe mit dem scheinbaren Radius σ erscheint, man bekanntlich hat:

$$L = J \pi \sin^2 \sigma$$

Es ist hier J die Lichtmenge, welche die Flächeneinheit aussendet. Die nothwendige Voraussetzung für die Gültigkeit der letzten Formel ist die Gültigkeit des Emanationsgesetzes, welches in vielen Fällen, wie bei glühenden Metallkugeln, als experimentell und theoretisch hinlänglich bestätigt angesehen werden darf.

1) Der Werth $Q_N(\alpha)$ findet sich I S. 427 abgeleitet.

2.

Wir denken uns die staubförmige Masse bestehend aus kleinen Kugeln mit den Radien ϱ, indem die Besprechung der Beschränkung, welche in dieser Annahme liegt, dem Folgenden (Art. 8 ff.) vorbehalten bleiben soll. Läge eine solche Kugel ganz frei im Raume, so würde sie dem Beobachter die Lichtmenge q' zusenden. Setzt man:

$$\left.\begin{aligned} \Gamma &= \frac{\mu L}{2\pi P}\cdot\frac{1}{\Delta^2} \\ f(\alpha) &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\vartheta\, d\vartheta \int_\alpha^\pi \varphi(\sin\vartheta\sin(\omega-\alpha), \sin\vartheta\sin\omega)\, d\omega \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

so wird nach dem vorigen Artikel:

$$q' = \Gamma f(\alpha)\cdot\varrho^2$$

Thatsächlich wird nun aber die Lichtmenge q' nicht voll zur Geltung kommen, denn die einzelnen Kugeln werden von den davorliegenden theilweise verdeckt und von den zwischen ihnen und der Lichtquelle liegenden zum Theil beschattet. Bei der Ableitung der Lichtmenge, welche ein auf der Gesichtslinie senkrecht stehendes Flächenelement $d\sigma$ dem Beobachter zusendet, kann es sich natürlich nur um Mittelwerthe handeln. In I ist nun ausführlich gezeigt worden, dass in der That nur ein Bruchtheil von q' wirksam bleibt und zwar die Lichtmenge

$$q = q'\cdot w \quad (2)$$

Hierbei ist w die Wahrscheinlichkeit dafür, dass bei der gegebenen Massenvertheilung ein unendlich kleiner Raum im Inneren der Masse weder beschattet noch verdeckt wird. Diese Wahrscheinlichkeit lässt sich näherungsweise, wenn die Kugeln nicht gar zu dicht bei einander stehen, wie a. a. O. in etwas speciellerer Form bewiesen, so berechnen. Man nenne D die Anzahl der Kugeln, welche in der Raumeinheit enthalten sind und V den Kubikinhalt eines ganz innerhalb der Massenvertheilung liegenden Raumes, der begrenzt wird von zwei Kreiscylindern vom Radius ϱ, deren Axen von der betrachteten kleinen Kugel aus nach der Lichtquelle bezw. nach dem Beobachter gerichtet sind. Denkt man

sich demnach die Volumeneinheit dieses aus zwei sich gegenseitig durchsetzenden Cylindern bestehenden Raumes mit der Masse D belegt und berechnet seine Masse: $\int D\,dv$, wo dv ein Volumenelement bedeutet, so ist

$$w = e^{-\int D\,dv}$$

D ist im Allgemeinen eine Funktion des Ortes. Man wird sich also, da die Begrenzung des staubförmigen Körpers gegeben sein muss, $\int D\,dv$ dargestellt denken können als Funktion der Richtungen nach der Lichtquelle und nach dem Beobachter und des Stückes der in der letzteren Richtung gelegenen Geraden, welches zwischen der betrachteten kleinen Kugel und der Begrenzung des Körpers liegt. Ist dx ein Element dieser Strecke, so wird ein kleines Volumenelement, das jedoch als sehr gross gegenüber einer kleinen Kugel zu betrachten ist, von einer Anzahl Kugeln erfüllt sein, welche gegeben ist durch

$$D \cdot dx \cdot d\sigma$$

und da die Lichtmenge, welche jede Kugel der Erde zusendet, durch (2) gegeben ist, erhält man die Lichtmenge aller Kugeln zusammen, welche innerhalb des Körpers liegen und zu der scheinbaren Helligkeit des scheinbaren Flächenelementes $d\sigma$ beitragen

$$q'\,d\sigma \int_0^X D\,e^{-\int D\,dv} \cdot dx$$

wo X die Länge der innerhalb des Körpers gelegenen Strecke der Geraden bedeutet, welche durch $d\sigma$ und den Beobachter hindurchgeht.

Die Flächenhelligkeit J des Elementes $d\sigma$ ist also:

$$J = I\,f(\alpha) \cdot \varrho^2 \int_0^X D\,e^{-\int D\,dv} \cdot dx \qquad (3)$$

Die wirkliche Ausrechnung dieses allgemeinen Ausdruckes ist natürlich nur möglich, wenn D bekannt ist. Ich will mich, da zu anderen besonderen Annahmen keine Veranlassung vorliegt, auf den Fall be-

schränken, in welchem eine homogene Massenvertheilung vorliegt. Ist dann R der Inhalt des ganzen Körpers, der aus N Kugeln zusammengesetzt ist, so hat man $D = \frac{N}{R}$ und

$$J = \Gamma f(\alpha) \cdot \frac{N}{R} \varrho^2 \int_0^X e^{-\frac{N}{R} V} \cdot dx \tag{4}$$

V hängt offenbar, da gleiches der Fall ist mit der Grösse des gemeinschaftlichen Theiles der beiden in Frage kommenden Cylinder, vom Phasenwinkel α ab und die Aufstellung des allgemeinen Ausdruckes ist etwas verwickelt. In zwei Fällen jedoch gestaltet sich die Berechnung überaus einfach. Der erste Fall tritt ein, wenn α nicht klein ist. Dann ist das gemeinsame Stück der das V bildenden Cylinder sehr klein gegenüber dem Inhalt der anderen und man wird einfach haben

$$V = \varrho^2 \pi (x + x_1)$$

wo x_1 die Strecke der von einer kleinen Kugel der Masse nach der Sonne gezogenen Geraden ist, welche innerhalb des staubförmigen Körpers liegt. Man hätte nun x_1 als Funktion von x auszudrücken, um die Integration in (4) auszuführen. Das ist nun stets möglich, wenn die Form der Begrenzung des Körpers gegeben ist.

Der zweite Fall tritt ein, wenn α genau gleich Null ist. Dann hat man

$$V = \varrho^2 \pi x$$

und

$$J_0 = \frac{\Gamma f(0)}{\pi} \cdot \left(1 - e^{-\frac{N}{R} \varrho^2 \pi X}\right) \tag{5}$$

Gienge man aber von dem zuerst betrachteten Fall aus und nähme man darauf keine Rücksicht, dass die beiden das V bildenden Cylinder einen gemeinschaftlichen Raum haben, so hätte man für $\alpha = 0$

$$V = 2 \varrho^2 \pi x$$

und

$$J_1 = \frac{\Gamma f(0)}{2\pi} \left\{1 - e^{-\frac{N}{R} \cdot 2 \varrho^2 \pi X}\right\} \tag{5a}$$

Diese beiden Werthe J_0 und J_1 weichen sehr wesentlich von einander ab und hierin besteht der grundsätzliche Unterschied zwischen der gewöhnlichen Absorptionstheorie und der Theorie der Beleuchtung staubförmiger Massen. Die letztere ergiebt, da sich J (4) bei kleinem α meistens nur sehr wenig ändert, eine unter Umständen sehr bedeutende Zunahme der Helligkeit bei sehr geringer Abnahme von α, eine Thatsache, die durch die gewöhnlichen Formeln für zerstreut reflectirende Substanzen in diesem Betrage absolut nicht zu erklären ist.

Diese Zunahme kann gemessen werden durch

$$\frac{J_0}{J_1} = 2\,\frac{1 - e^{-\lambda}}{1 - e^{-2\lambda}}$$

wobei der Kürze wegen gesetzt worden ist

$$\lambda = \frac{N}{R}\,\varrho^2\,\pi\,X$$

Das Maximum dieses Einflusses tritt ein, wenn der staubförmige Körper fast undurchsichtig erscheint. Dies wird ausgedrückt dadurch, dass man λ sehr gross anzunehmen hat. Dann aber wird

$$\frac{J_0}{J_1} = 2$$

Die Helligkeit (im obigen Sinne gemessen) steigt also etwa auf das Doppelte, wenn α von kleinen Werthen bis zu Null abnimmt.

Ist dagegen der Körper äusserst durchsichtig, so wird λ sehr klein und man nähert sich bei abnehmendem λ dem Grenzwerthe

$$\frac{J_0}{J_1} = 1$$

wo schliesslich die ganze erwähnte Helligkeitszunahme nicht mehr zum Vorschein kommt. Die Zwischenstufen zwischen diesen beiden extremen Fällen sind es nun, die insoferne ein besonderes Interesse darbieten, weil zu ihnen der sogenannte dunkle Ring des Saturn gehört. Ehe ich zu der Betrachtung dieses Gegenstandes übergehe, soll zunächst ein Beispiel zu der in (4) angegebenen Integration besprochen werden.

3.

Es sei eine kugelförmige homogene Staubwolke mit dem Radius a gegeben. Es werde von der im letzten Artikel erwähnten Lichtvariation ganz abgesehen, also nur der Fall betrachtet, wo α nicht sehr klein ist. In der Formel (4) ist dann X die Kugelsehne, welche in der Richtung nach dem sehr entfernten Beobachter verläuft. Ist h das Stück der Sehne X zwischen einem auf ihr liegenden Punkte A und der dem Beobachter zugekehrten Kugeloberfläche und h_1 das Stück einer Sehne, die von jenem Punkte parallel zu der Richtung nach der sehr entfernten Lichtquelle verläuft, und zwar dasjenige, welches zwischen dem Punkte und der der Lichtquelle zugewandten Oberfläche liegt, und bezeichnet weiter s die kürzeste Entfernung der Sehne X vom Centrum der Kugel, so hat man

$$V = \varrho^2 \pi (h + h_1)$$

$$X = 2 \sqrt{a^2 - s^2}$$

und die Formel (4) für die Flächen-Helligkeit wird

$$J = \Gamma f(\alpha) \cdot \frac{N}{R} \varrho^2 \cdot K$$

$$K = \int_0^X e^{-\lambda (h + h_1)} \cdot dh \tag{1}$$

worin gesetzt worden ist

$$\lambda = \frac{N}{R} \varrho^2 \pi$$

Legt man in den Mittelpunkt der Kugel als Anfang ein rechtwinkliges Coordinatensystem, dessen X Axe die Richtung nach dem Beobachter hat und in deren XZ Ebene die Richtung nach der Lichtquelle liegt, so sind die Coordinaten des Punktes A:

$$\xi = (\sqrt{a^2 - s^2} - h)$$

$$\eta = s \sin \vartheta$$

$$\zeta = s \cos \vartheta$$

Es ist hierin ϑ der Winkel, welchen die Ebene A-Beobachter-Centrum der Kugel mit der XZ Ebene bildet. Ferner sei, wie früher, α die vom Kugelcentrum gesehene scheinbare Entfernung der Lichtquelle vom Beobachter. In Bezug auf ein Coordinatensystem, welches dem soeben benutzten parallel gerichtete Axen hat, dessen Anfang aber in A liegt, ist die Gleichung der Kugel

$$(x+\xi)^2+(y+\eta)^2+(z+\zeta)^2=a^2$$

Dreht man nun das Coordinatensystem um seine Y Axe so, dass die neue X' Axe die Richtung nach der Lichtquelle erhält, setzt also:

$$\begin{aligned} x &= x' \cos\alpha - z' \sin\alpha \\ z &= x' \sin\alpha + z' \cos\alpha \end{aligned}$$

setzt dies in die Gleichung der Kugel ein und macht hierauf $y = z' = 0$, so wird x' gleich dem gesuchten h_1. Auf diese Weise ergiebt sich:

$$h_1 = -(\xi\cos\alpha+\zeta\sin\alpha)+\sqrt{(\xi\cos\alpha+\zeta\sin\alpha)^2+2h\sqrt{a^2-s^2}-h^2}$$

indem leicht einzusehen ist, dass das positive Wurzelzeichen zu nehmen ist. Eine einfache Substitution der früheren Gleichungen ergiebt nun folgendes Resultat: Man setze:

$$\begin{aligned} f &= \sqrt{a^2-s^2}\cdot\cos\alpha+s\cos\vartheta\sin\alpha \\ F &= \sqrt{a^2-s^2}\cdot\sin\alpha-s\cos\vartheta\cos\alpha \\ G^2 &= F^2+f^2=a^2-s^2\sin^2\vartheta \end{aligned}$$

dann wird

$$h+h_1=2h\cos^2\tfrac{1}{2}\alpha-f+\sqrt{G^2-(F-h\sin\alpha)^2}$$

und demzufolge:

$$K=\int_0^{2\sqrt{a^2-s^2}} dh\cdot e^{-\lambda\left[2h\cos^2\frac{1}{2}\alpha-f+\sqrt{G^2-(F-h\sin\alpha)^2}\right]} \tag{4}$$

Dieses Integral ist entweder mechanisch oder durch passende Reihenentwicklungen zu berechnen, worauf nicht weiter eingegangen werden soll.

Man kann sich indessen auch ohne die Ausführung dieser Berechnung einen Ueberblick über die Helligkeitsvertheilung auf der Kreisscheibe, als welche sich die Staubkugel darstellt, verschaffen, bei constant gehaltenem α.

Differentiirt man (4) partiell nach ϑ, so ergiebt sich nach einfacher Rechnung:

$$\frac{\partial K}{\partial \vartheta} = - \lambda s \sin \vartheta \sin \alpha \int_0^{2\sqrt{a^2-s^2}} \frac{e^{-\lambda(h+h_1)}}{\sqrt{G^2-(F-h\sin\alpha)^2}} h_1 \cdot dh$$

woraus folgt, dass, da $\alpha < 180^0$ ist, $\frac{\partial K}{\partial \vartheta}$ negativ bleibt für Werthe $0 < \vartheta < 180^0$ und stets positiv für Werthe $180^0 < \vartheta < 360^0$. Auf dem grössten Kreise Beobachter-Lichtquelle liegen also die grössten Werthe von J bei $\vartheta = 0$. Von da nehmen die J nach beiden Seiten ab und erreichen auf der Fortsetzung des genannten grössten Kreises, welche von der Lichtquelle abgewendet ist, ihre Minimalwerthe.

Auf dem grössten Kreise ($\vartheta = 0$) liegt also auch das absolute Maximum und zwar existirt ein solches zwischen $s = 0$ und $s = a$, d. h. auf der sichtbaren Seite der kugelförmig angeordneten Staubwolke.

Denn es wächst J für $s = 0$ mit zunehmendem s und für $s = a$ ist $J = 0$. Das letztere folgt von selbst aus (4). Um das erstere nachzuweisen, müssen wir $\frac{\partial J}{\partial s}$ bilden. Bezeichnet man $h + h_1 = S(h)$ so wird

$$\frac{\partial K}{\partial s} = e^{-\lambda \cdot S(X)} \cdot \frac{\partial X}{\partial s} - \lambda \int_0^X e^{-\lambda S(h)} \cdot \frac{\partial S}{\partial s} dh; \quad X = 2\sqrt{a^2-s^2}$$

Es ergiebt sich weiter:

$$\frac{\partial S}{\partial s} = \frac{1}{\sqrt{G^2-(F-h\sin\alpha)^2}} \cdot \left\{ \frac{-hs}{\sqrt{a^2-s^2}} + h_1 \left[\frac{s}{\sqrt{a^2-s^2}} \cos\alpha - \cos\vartheta \sin\alpha \right] \right\}$$

$$\frac{\partial X}{\partial s} = - \frac{2s}{\sqrt{a^2-s^2}}$$

für $s = 0$ findet man demnach

$$\frac{\partial K}{\partial s} = + \lambda \int_0^X e^{-\lambda S(h)} \cdot \frac{h_1 \cos\vartheta \sin\alpha}{\sqrt{G^2-(F-h\sin\alpha)^2}} dh$$

welcher Ausdruck einen positiven Werth besitzt.

Der direkte Einfluss der Phase wird sich natürlich nach Massgabe von $f(\alpha)$ zeigen.

Es muss übrigens bemerkt werden, dass $f(\alpha) = \frac{1}{r^2} \cdot \varphi(\alpha)$, wo r die Entfernung der Staubkugel von der Lichtquelle und $\varphi(\alpha)$ eine nur von α abhängige Funktion bedeutet.

Die Gesammtlichtmenge Q, welche die ganze Kugel dem Beobachter zusendet, ergiebt sich aus

$$Q = \int J \cdot d\sigma$$

Die Integration ist hierbei auf alle Flächenelements der sichtbaren Scheibe auszudehnen. Es soll dieser Ausdruck nur für $\alpha = 0$ abgeleitet werden. In diesem Falle ist

$$Q = I' f(0) \cdot \frac{N}{R} \varrho^2 \cdot \int d\sigma \int_0^X e^{-\lambda h}\, dh$$

Nennt man x den Winkel, den ein Oberflächenelement ds mit der Richtung nach dem Beobachter bildet, so ist

$$d\sigma = ds \cdot \cos x$$

daher:

$$d\sigma = a^2 \sin x \cos x \cdot d\vartheta \cdot dx$$

und die Integration ist auszudehnen auf alle Werthe von x zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$ und in Bezug auf ϑ von 0 bis 2π. Es ergiebt sich so, da $X = 2a \cos x$

$$Q = 2\pi a^2 \varrho^2 \cdot \frac{N}{\lambda R} \cdot I' f(0) \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin x \cos x \left(1 - e^{-2\lambda a \cos x}\right) dx$$

oder $2\lambda a = \nu$ gesetzt:

$$Q = \pi a^2 \varrho^2 \frac{N}{\lambda R} \cdot I' f(0) \frac{\nu^2 - 2 + 2(1 + \nu) e^{-\nu}}{\nu^2}$$

oder auch

$$Q = I' f(0) \cdot a^2 \frac{\nu^2 - 2 + 2(1 + \nu) e^{-\nu}}{\nu^2}$$

Es ist hierin

$$\nu = 2\varrho^2 \pi a \frac{N}{R} = \frac{3}{2} N \left(\frac{\varrho}{a}\right)^2$$

eine absolute Zahl. Wenn die Masse undurchsichtig oder $\nu = \infty$ ist, ist Q demnach übereinstimmend mit der Lichtmenge, die eine jede der kleinen Kugeln aussenden würde, wenn sie denselben Radius wie die Gesammtkugel hat erhielte.

4.

In I habe ich nur eine vollständige Entwickelung für den einen der beiden in Art. 2 erwähnten Grenzfälle gegeben, nämlich, wenn die Staubmasse undurchsichtig ist und diese auf den hellen Saturnring angewandt, welcher allem Anscheine nach in diese Klasse von kosmischen Körpern gehört. Indem ich mich nun zu der Betrachtung des allgemeineren Falles wende, sollen die in I gegebenen Entwickelungen zu Grunde gelegt werden, denn mit ihrer Hülfe ist es leicht die wünschenswerthe Verallgemeinerung zu erlangen. Der Einfachheit wegen soll auch jetzt, wie in I, angenommen werden, dass die Staubmasse durch zwei parallele Ebenen begrenzt ist, welche Annahme übrigens, da nur kleine Winkel α in Betracht gezogen werden, kaum eine Beschränkung der Allgemeinheit bedeutet, da sie leicht umgangen werden kann.

Nach den Entwicklungen I, S. 494 ff. hat man zu setzen, um die Formel Art. 2, 4 anwenden zu können:

$$\frac{\cos A \sin \delta}{\sin A + \sin A'}, \ \sin \alpha = \mathrm{tg}\,\mu; \quad h = x \sin A; \quad H = X \sin A$$

$$h_0 = \varrho \, \frac{\sin A + \sin A'}{\cos \mu \sin \alpha}; \quad \sin \varphi = \frac{h \cos \mu \sin \alpha}{\varrho (\sin A + \sin A')}$$

Dann kann man die Formel Art. 2, 4 schreiben:

$$J = \Gamma f(\alpha) \cdot \frac{N}{R} \varrho^2 \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \left\{ \varrho \, \frac{\sin A + \sin A'}{\sin \alpha \cos \mu} \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\frac{N}{R} v} \cos \varphi \, d\varphi + \int_{h_0}^{H} e^{-\frac{N}{R} v} \, dh \right\} \qquad (1)$$

Hierin bedeuten A und A' die Elevationswinkel der Erde bezw. der Sonne über der Begrenzungsfläche (Ringebene), δ den Winkel zwischen der Ebene Saturncentrum — Erde — Sonne und der durch Saturn und Erde senkrecht auf die Ringebene gelegten Ebene. Ferner ist h die Tiefe der betrachteten Stelle des Ringes unter der oberen Ringebene und H die Dicke des Ringes. Die Formel (1) gilt offenbar nur wenn $H > h_0$. In andern Falle hat man

$$\left. \begin{aligned} J &= \Gamma f(\alpha) \cdot \frac{N}{R} \cdot \frac{\varrho^3}{\sin A} \cdot \frac{\sin A + \sin A'}{\sin \alpha \cos \mu} \int_0^{\varphi_1} e^{-\frac{N}{R} v} \cos \varphi \, d\varphi \\ \sin \varphi_1 &= \frac{H \cos \mu \sin \alpha}{\varrho (\sin A + \sin A')} \end{aligned} \right\} \qquad (1\,\mathrm{a})$$

Nach I S. 495 hat man weiter

$$V = \frac{(\sin A + \sin A')^2}{\sin\alpha \sin A \sin A'} \cdot \frac{\varrho^3}{\cos\mu} \left\{ \cos\varphi - \tfrac{1}{3}\cos^3\varphi + \left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)\sin\varphi \right\} - \tfrac{4}{3}\varrho^3 \frac{1+\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

Bezeichnet man zur Abkürzung:

$$\Phi = \frac{3}{8\pi}\left\{ \cos\varphi - \tfrac{1}{3}\cos^3\varphi + \left(\frac{\pi}{2}+\varphi\right)\sin\varphi - \tfrac{2}{3} \right\}$$

so kann man die letzte Formel auch schreiben:

$$V = \frac{(\sin A + \sin A')^2 \varrho^3}{\sin\alpha \sin A \sin A' \cos\mu}\left\{ \frac{8\pi}{3}\Phi + \tfrac{2}{3} \right\} - \tfrac{4}{3}\varrho^3 \frac{1+\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

Wenn man weiter setzt:

$$m = \frac{N}{R}\varrho^2 \pi \frac{\sin A + \sin A'}{\sin A \sin A'}$$

so wird

$$\int_{h_0}^{H} e^{-\frac{N}{R}V_2} dh = \frac{1}{m} e^{\frac{4N\varrho^3(1+\cos\alpha)}{3R\sin\alpha}} \cdot \left\{ e^{-mh_0} - e^{-mH} \right\}$$

Man führe nun die Bezeichnungen ein:

$$\delta = \frac{32}{3} \cdot \frac{\varrho^3\pi}{R}; \quad \xi = \frac{N\delta}{\cos\mu\sin\alpha} \cdot \frac{(\sin A + \sin A')^2}{4\sin A \sin A'}$$

$$\mathfrak{A}(\xi) = \xi \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\xi\Phi} \cos\varphi \, d\varphi; \qquad \mathfrak{B}(\xi) = \tfrac{8}{3} e^{-\xi\frac{3\pi-2}{8\pi}}$$

Hierdurch wird

$$m h_0 = \tfrac{3}{8}\xi; \qquad m = \frac{3}{32}\frac{\sin A + \sin A'}{\varrho \sin A \sin A'} N\delta$$

und die Klammergrösse in (1):

$$\frac{\varrho}{\xi}\frac{\sin A + \sin A'}{\sin\alpha\cos\mu}\left\{ \mathfrak{A}(\xi)\, e^{-\frac{\xi}{4\pi} + \frac{1}{8}\frac{N\delta}{\pi}\cdot\frac{1+\cos\alpha}{\sin\alpha}} \right\} + \frac{1}{m} e^{+\frac{N\delta}{8\pi}\frac{1+\cos\alpha}{\sin\alpha}} \cdot \left[e^{-\frac{3}{8}\xi} - e^{-mH} \right]$$

Wenn man, was im vorliegenden Falle erlaubt ist, α so klein annimmt, dass seine zweiten Potenzen vernachlässigt werden können, dann ist:

$$\frac{(\sin A + \sin A')^2}{4\sin A \sin A'} = 1; \quad \xi = \frac{N\delta}{\cos\mu\sin\alpha}$$

und die Formel (1) wird:

$$J = \frac{3}{32\pi} \cdot \Gamma' f(\alpha) \cdot \frac{\sin A + \sin A'}{\sin A}$$

$$\cdot \left\{ (\mathfrak{A} + \mathfrak{B}) e^{-\frac{\xi}{2\pi} \sin^2 \frac{1}{2}\mu} - \frac{8}{3} e^{\frac{\xi \cos \mu}{4\pi}} \cdot e^{-\frac{3}{8} \cdot \frac{N\delta}{\sin A + \sin A'} \cdot \frac{H}{\varrho}} \right\} \tag{2}$$

Diese Formel gilt, wie bereits erörtert, nur wenn

$$H > \varrho \frac{\sin A + \sin A'}{\cos \mu \sin \alpha}$$

oder, was dasselbe ist, wenn:

$$\frac{N\delta}{\sin A + \sin A'} \cdot \frac{H}{\varrho} > \xi$$

Im anderen Falle ist Formel (1 a) anzuwenden, die unter denselben Voraussetzungen, unter denen (2) aufgestellt worden ist, sich so schreiben lässt:

$$\left. \begin{aligned} J &= \frac{3}{32\pi} \Gamma' f(\alpha) \cdot \frac{\sin A + \sin A'}{\sin A} \cdot \xi e^{-\frac{\xi \sin^2 \frac{1}{2}\mu}{2\pi}} \cdot \int_0^{\varphi_1} e^{-\xi \Phi} \cos \varphi \, d\varphi \\ \sin \varphi_1 &= \frac{H}{\varrho} \cdot \frac{\cos \mu \sin \alpha}{\sin A + \sin A'} \end{aligned} \right\} \tag{2 a}$$

Es ist leicht zu sehen, dass (2a) für $\alpha = 0$ in die Formel Art. 2, 5 übergeht. Bei der Anwendung der Formeln (2) und (2a) darf nicht vergessen werden, dass dieselbe nicht mehr mit Sicherheit geschehen kann, wenn A und A' sehr klein sind. Es folgt dies aus den Grundlagen der ganzen Betrachtung.

Man wird ferner, wie auch in I bemerkt worden, im Allgemeinen $\mu = 0$ setzen dürfen. Es soll dies weiterhin geschehen.

Im Folgenden wird es sich darum handeln, den Gang der Lichtcurve für kleine α im Grossen und Ganzen zu verfolgen und ich will, zur Bequemlichkeit, die gar keine Folgen haben kann, einfach den Factor

$$\frac{\sin A + \sin A'}{\sin A} = 2$$

setzen. Da sich $f(\alpha)$ bei sehr kleinen α gewiss nur sehr wenig ändern kann, soll auch noch

$$\frac{\Gamma f(\alpha)}{\pi} = \Gamma' \tag{3}$$

als eine Constante betrachtet werden.

Wenn $H = \infty$ gesetzt wird, erhält man aus (2) die Formel, welche in I ausführlich besprochen worden ist. Man führt dann noch ein

$$\mathfrak{A} + \mathfrak{B} = \mathfrak{C}$$

während den obigen Bemerkungen gemäss

$$\xi = \frac{N\delta}{\sin\alpha}$$

zu setzen ist. Dann wird also

$$J = \tfrac{3}{16}\,\Gamma'\,\mathfrak{C}(\xi) \tag{4}$$

welches die Hauptformel I, S. 481 war. Ich möchte nur einige kurze Bemerkungen zu dem a. a. O. Gesagten hinzufügen.

In I ist für verschiedene Werthe ξ die Funktion $\frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(\xi)}$ in Tafel VI gegeben worden. Ich füge diese Tafel, sowie einige andere von selbst verständliche, auch dieser Abhandlung bei, weil dieselben hier an mehreren Stellen gebraucht werden. Ferner wurde in I für einzelne Werthe von $N\delta$ diese Tafel nach dem Argumente α angeordnet (Tafel VII). Aus diesen Zahlen folgt schon, dass die ganze Lichtvariation sich umsomehr in der Nähe von $\alpha = 0$ abspielt, je kleiner $N\delta$ ist. Es geht diese Thatsache noch deutlicher hervor, wenn man die a. a. O. gegebene Tafel durch Hinzuziehung kleinerer Werthe $N\delta$ erweitert. Einige Zahlen mögen dies illustriren:

log $\mathfrak{C}(\xi)$

$N\delta$ =	0.1	0.05	0.01	0.005
$\alpha = 0^0$	0.727	0.727	0.727	0.727
0.1	0.686	0.656	0.546	0.501
0.2	0.656	0.614	0.501	0.469
0.3	0.633	0.585	0.480	0.456
0.4	0.614	0.563	0.469	0.449
0.5	0.598	0.546	0.461	0.445
1.0	0.546	0.501	0.445	0.436
2.0	0.501	0.469	0.436	0.431
3.0	0.480	0.456	0.432	0.429
4.0	0.469	0.449	0.431	0.428
5.0	0.461	0.445	0.430	0.428

Die Zahlen jeder Verticalreihe streben dem Grenzwerthe 0.426 zu. Man sieht also, dass sich die Helligkeit z. B. für $N\delta = 0.005$ bereits

bei $\alpha = 0^0.5$ bis auf etwa 4% auf die Hälfte reducirt hat und für grössere α sich fast gar nicht mehr ändert. Nimmt man $N\delta = 0.00017$, so hat sich die ganze bedeutende Lichtvariation zwischen $\alpha = 0^0$ und $\alpha = 0^0.1$ bis auf etwa 1% vollständig abgespielt. Da nun $N\delta$ nichts anderes angiebt als die Dichtigkeit, welche die Staubwolke besitzt, so ergiebt sich Folgendes:

Eine staubförmige Masse, die so dick ist, dass sie fast undurchsichtig erscheint, weist eine Flächenhelligkeit auf, die sehr stark mit abnehmendem Phasenwinkel zunimmt. Dieselbe kann für $\alpha = 0$ fast bis zum doppelten Betrage steigen, den sie bei sehr kleinen α besitzt. Diese sehr bedeutende Lichtvariation spielt sich bei um so kleineren α ab, je geringer die Dichtigkeit der staubförmigen Masse ist.

Welche bedeutende Rolle dem geschilderten Verhältnisse bei der Beleuchtung des hellen Saturnringes zukommt, ist in I ausführlich erörtert worden und braucht deshalb an dieser Stelle nicht wiederholt zu werden.

Es ist schon oben bemerkt worden, dass bei durchsichtigen Staubwolken die Variation der Helligkeit in der Nähe der Opposition weniger deutlich auftrat und schliesslich bei grosser Durchsichtigkeit ganz unmerklich wird. Im Uebrigen gilt bei ihnen etwas ähnliches, wie bei fast undurchsichtigen Massen, indem sich die mehr oder weniger deutliche Lichtzunahme bei immer kleineren α abspielt, je dünner die Massenvertheilung ist. Als Maass für die Undurchsichtigkeit einer staubförmigen Masse kann die Grösse

$$\nu = \frac{N\delta}{\sin A + \sin A'} \frac{H}{\varrho}$$

angesehen worden. Wenn man dann die oben (S. 18) angedeuteten Vernachlässigungen zu machen sich erlaubt, so wird die Formel (2)

$$J = \tfrac{3}{16} \Gamma' \left\{ \mathfrak{C} - \tfrac{8}{3} e^{-\frac{3\pi\nu - 2\xi}{8\pi}} \right\} \tag{5}$$

Diese Formel gilt nur für $\nu > \xi$. Im andern Falle ist (2a) anzuwenden:

$$J = \tfrac{3}{16} \Gamma' \xi \int_0^{\varphi_1} e^{-\xi\Phi} \cos\varphi \, d\varphi; \qquad \sin\varphi_1 = \frac{\nu}{\xi} \tag{5 a}$$

Für $\xi = \nu$ geben (5) und (5a) dasselbe, nämlich:

$$J = \tfrac{3}{16}\, I'\, \mathfrak{A}(\nu)$$

Setzt man allgemein $\nu = \xi + \sigma$, wo σ eine positive Grösse sein soll, so wird (5):

$$J = \tfrac{3}{16}\, I' \left\{ \mathfrak{A}(\xi) + \mathfrak{B}(\xi)\left(1 - e^{-\frac{3}{8}\sigma}\right) \right\} \tag{6}$$

Man sieht hieraus, dass für $\nu > 14$ die Helligkeit sich von der eines undurchsichtigen Körpers nur um 1% unterscheiden kann, denn es ist dann $\mathfrak{A} > 4.05$ und $\mathfrak{B} < 0.04$. Setzt man noch in (5 a) $\alpha = 0$, so wird:

$$J_0 = I' \left\{ 1 - e^{-\frac{3}{16}\nu} \right\}$$

Die Grösse der Lichtvariation bei kleinen α wird wieder durch den Quotienten $\frac{J_0}{J}$ charakterisirt, wo J aus (5) oder (5a) zu entnehmen ist. Wenn demnach dieser Quotient für ein bestimmtes ν, also einen bestimmten Grad der Durchsichtigkeit, einen bestimmten Betrag annimmt, so wird dies für einen bestimmten Werth von

$$\xi = \frac{N\delta}{\sin\alpha}$$

eintreten, also bei um so kleineren Werthen von α, je kleiner $N\delta$ ist.

Als Maass der Lichtvariation kann man nach Art. 2 den Ausdruck ansehen

$$\frac{J_0}{J_1} = \frac{2(1 - e^{-\lambda})}{1 - e^{-2\lambda}}; \qquad \lambda = \tfrac{3}{16}\nu$$

und für kleine λ

$$\frac{J_0}{J_1} = 1 + \tfrac{1}{2}\lambda - \tfrac{1}{24}\lambda^3 \quad . \; . \; .$$

Es ergiebt sich hieraus, dass schon für mässig grosse Werthe von λ sehr merkbare Lichtvariationen eintreten. Man findet:

	$\frac{J}{J_0}$
$\lambda = 0.05$	1.025
0.10	1.050
0.15	1.075
0.20	1.100
0.5	1.26
1.0	1.44

Die mitgetheilten Formeln enthalten Alles, was zur vollständigen Berechnung der Lichtvariation nöthig ist und die Tafel für $\mathfrak{C}$ wird diese Rechnungen wesentlich erleichtern. Nur das in (5 a) vorkommende Integral wäre noch von Fall zu Fall zu berechnen, was keine grösseren Schwierigkeiten verursachen dürfte.

Wenn wir nun noch im Speciellen hervorheben, welche Folgen die Annahme, dass der Staubkörper, wie der Saturnring, durch zwei parallele Ebenen begrenzt ist, nach sich zieht, so ist zunächst zu bemerken, dass die Flächenhelligkeit überall gleich und zwar J ist. Für einen undurchsichtigen Körper ist für $\alpha = 0$

$$J_0 = \frac{\Gamma}{\pi} f(0) \tag{7}$$

dagegen für einen durchsichtigen

$$J_0 = \frac{\Gamma}{\pi} f(0) \left\{ 1 - e^{-\frac{3}{32} \frac{N \delta H}{\varrho \sin A}} \right\} \tag{7 a}$$

Im letzteren Fall ist also die Helligkeit wesentlich von A abhängig. Für äusserst durchsichtige Körper ändert sich dann J_0 umgekehrt proportional mit $\sin A$, denn es ist

$$J_0 = \frac{3}{32} \frac{\Gamma}{\pi} f(0) \frac{N \delta H}{\varrho} \cdot \frac{1}{\sin A}$$

Bei einer undurchsichtigen Masse kann man die Albedo μ jeder einzelnen Kugel bestimmen aus der Kenntniss von J_0. Denn wenn man (7) vergleicht mit Formel Art. 2, 1, so ergiebt sich

$$\mu = \frac{2 \pi^2 P \Delta^2}{f(0) L} \cdot J_0$$

Nehmen wir z. B. an, dass sich μ auf den hellen Saturnring beziehe und vergleichen wir hiermit die Mitte der Saturnscheibe in der Opposition. Die entsprechenden Grössen für letztere sollen mit einem Strich bezeichnet werden. Nach Artikel 1 ist dann, da $i = \varepsilon = 0$

$$\mu' = \frac{2 \pi P' \Delta^2}{\varphi(0, 0) L} J_0'$$

und demzufolge:

$$\frac{\mu}{\mu'} = \pi \frac{P}{P'} \cdot \frac{\varphi(0,0)}{f(0)} \frac{J_0}{J_0'}$$

Um diesen Ausdruck reduciren zu können, muss eine Annahme über das elementare Beleuchtungsgesetz gemacht werden. Ich will, was ich schon bei früheren Gelegenheiten als zweckmässig bezeichnet habe, das Lambert'sche Gesetz und das zweite (N) in Art. 1 erwähnte in Betracht ziehen, und die zu dem einen oder andern gehörigen Ausdrücke mit dem Index L bezw. N versehen. Zunächst ist für beide Fälle $P = P' = \frac{1}{2}$. Ferner:

$$\varphi_L(0,0) = 1; \quad \varphi_N(0,0) = \tfrac{1}{2}; \quad f_L(0) = \frac{2\pi}{3}; \quad f_N(0) = \frac{\pi}{2}$$

Hieraus ergiebt sich:

$\mu_L = \mu'_L \cdot \frac{3}{2} \frac{J_0}{J_0'}$	$\mu_N = \mu'_L\, 2 \frac{J_0}{J_0'}$
$\mu_L = \mu'_N \cdot \frac{3}{4} \frac{J_0}{J_0'}$	$\mu_N = \mu'_N \frac{J_0}{J_0'}$

Wenn wir gleich eine Anwendung dieser Formeln auf die thatsächlichen Verhältnisse beim hellen Saturnring machen wollen, so ist zu bemerken, dass die hellsten Theile des hellen Ringes heller sind als die Saturnmitte.

Wir haben da hiefür $\frac{J_0}{J_0'} > 1$ anzusetzen.

Nach den Beobachtungen von Zöllner ist $\mu'_L = 0.498$, woraus sich ergiebt $\mu'_N = 0.664$. Es wäre also:

$$\mu_L > 0.747 \text{ oder } \mu_L > 0.498$$

je nachdem für die Saturnscheibe L oder N angenommen wird. Ebenso ergiebt sich in beiden Fällen:

$$\mu_N > 0.996 \text{ oder } \mu_N > 0.664$$

Man wird nun wohl kaum behaupten dürfen, dass die den μ'_L entsprechenden Werthe besonders wahrscheinlich sind, denn sie geben ganz ausserordentlich grosse Albedowerthe.

Es scheint mir dieser Umstand mit einiger Wahrscheinlichkeit den Schluss zuzulassen, dass die Oberfläche des Saturn dem Lambert'schen Gesetze nicht folgt.

Die Grösse ν, welche die Durchsichtigkeit der Staubmasse definirt, kann dadurch bestimmt werden, dass man beobachtet, wieviel das Licht

einer Lichtquelle, z. B. eines Fixsternes geschwächt wird, wenn dasselbe den genannten Körper passirt. Das Licht eines Fixsterns von der Helligkeit J_0 wird nach dem Passiren der Staubwolke von der Dicke $\frac{H}{\sin A}$ — in der Richtung des Lichtstrahles gemessen — die Helligkeit

$$J = J_0 \, e^{-\lambda}$$

haben, wo

$$\lambda = \tfrac{3}{16} \, \nu = \tfrac{3}{32} \cdot \frac{N\delta}{\varrho} \cdot \frac{H}{\sin A}$$

Man hat also:

$$\lambda = - \frac{1}{\log e} \log \left(\frac{J}{J_0}\right)$$

Ist die Schwächung des Lichtes in Sterngrössen angegeben, so muss man sich erinnern, dass nach der gewöhnlichen Annahme zwischen den Intensitäten J, J_0 und den entsprechenden Sterngrössen m, m_0 die Gleichung besteht

$$m - m_0 = - 2.512 \, \log \frac{J}{J_0}$$

womit man erhält:

$$\lambda = 0.917 \cdot (m - m_0) \tag{8}$$

Es soll nun noch die Beleuchtung studirt werden, welche ein Flächenelement darbietet, das durch eine Staubmasse hindurch von der Sonne beleuchtet und durch dieselbe von der Erde aus betrachtet wird.

Ein Element ds bekomme bei ganz freier Lage die Lichtmenge $ds \, L \cos i$ von der Sonne. Dann wird es thatsächlich die Lichtmenge

$$ds \, L \cos i \cdot e^{-\lambda'} \; ; \quad \lambda' = \tfrac{3}{32} \frac{N\delta}{\varrho} \cdot \frac{H'}{\sin A'}$$

erhalten, wo $\frac{H'}{\sin A'}$ das Stück der in der Richtung nach der Sonne gezogenen Geraden ist, welches innerhalb der Staubmasse liegt. Hiernach würde die Erde, falls diese, vom Elemente ds aus gesehen, ganz frei stände, die Lichtmenge erhalten

$$\gamma \cdot ds \, \frac{L}{\Delta^2} \, e^{-\lambda'} \, \varphi(i, \varepsilon); \quad \gamma = \frac{\mu'}{2\pi P'}$$

wenn die Bezeichnungen der Artikel 1 und 2 beibehalten werden. In Wirklichkeit wird demnach die der Erde zugesendete Lichtmenge sein:

$$dQ = \gamma\, ds\, \frac{L}{\Delta^2}\, \varphi(i, \varepsilon) \cdot e^{-(\lambda + \lambda')} \quad ; \quad \lambda = \frac{3}{32} \cdot \frac{N\delta}{\varrho} \cdot \frac{H}{\sin A}$$

wo dann $\frac{H}{\sin A}$ die Dicke der Staubmasse in der Richtung ds — Erde ist. Die scheinbare Helligkeit findet sich hieraus:

$$\frac{dQ}{ds \cos\varepsilon} = \gamma \cdot \frac{L}{\Delta^2} \cdot \frac{\varphi(i, \varepsilon)}{\cos\varepsilon} \cdot e^{-(\lambda + \lambda')}$$

Hierzu kommt noch das Licht, welches die scheinbar vor ds gelagerten kleinen Kugeln der Erde zusenden. Die hierdurch erzeugte Helligkeit ist durch eine der beiden Formeln (2) oder (2a) gegeben. Die Gesammthelligkeit I des Flächenelementes ds wird demnach:

$$I = \gamma\, \frac{L}{\Delta^2}\, \frac{\varphi(i, \varepsilon)}{\cos\varepsilon} \cdot e^{-(\lambda + \lambda')} + J \tag{9}$$

Zur Discussion dieser allgemeinen Formel nehmen wir, wie oben, an, dass der Phasenwinkel sehr klein sei und nehmen für J entweder J_0 oder J_1, setzen also entweder in (2a) direct $\alpha = 0$ oder gehen von der für nicht kleine α geltenden Formel aus und setzen in ihr nachträglich $\alpha = 0$.

Nach Art. 2, (5) und (5a) ist aber:

$$J_0 = \frac{f(0)}{2\pi^2} \cdot \frac{\mu L}{P \Delta^2} \left\{ 1 - e^{-\lambda} \right\}$$

$$J_1 = \frac{1}{2} \frac{f(0)}{2\pi^2} \cdot \frac{\mu L}{P \Delta^2} \left\{ 1 - e^{-2\lambda} \right\}$$

Erlauben wir uns in (9) noch $i = \varepsilon$ und $\lambda = \lambda'$ zu setzen, was bei den späteren Anwendungen dieser Formel gewiss gestattet ist, so wird in den beiden Fällen:

$$I = \frac{L}{2\pi\Delta^2} \left\{ \frac{\mu'}{P'} \cdot \frac{\varphi(\varepsilon, \varepsilon)}{\cos\varepsilon}\, e^{-\lambda} + \frac{\mu}{\pi P} f(0) \left(1 - e^{-\lambda}\right) \right\}$$

oder

$$I = \frac{L}{2\pi\Delta^2} \left\{ \frac{\mu'}{P'} \cdot \frac{\varphi(\varepsilon, \varepsilon)}{\cos\varepsilon}\, e^{-2\lambda} + \frac{\mu}{2\pi P} f(0) \left(1 - e^{-2\lambda}\right) \right\} \tag{10}$$

Denn es muss in der ersten Formel berücksichtigt werden, dass, wenn α genau $= 0$ ist, statt $\lambda + \lambda'$ einfach λ zu setzen ist, weil die beschattenden Kugeln mit den verdeckenden vollkommen identisch sind. Diese Coincidenz findet aber, wenn, wie beim dunklen Saturnring, die Entfernung des Flächenelementes ds von der unteren Seite der Staubmasse gross ist im Vergleich zu deren Dicke nur für ausserordentlich kleine Werthe von α statt. Wir können also sagen, dass die erste Formel (10) nur für α genau $= 0$ gilt; wenn α sehr klein ist, wird im ersten Gliede dieser Formel 2λ an Stelle von λ zu setzen sein.

Nennt man I_0 die Flächenhelligkeit von ds, wenn es ganz frei läge, also:

$$I_0 = \frac{\mu'}{2\pi P'} \cdot \frac{L}{\Delta^2} \cdot \frac{\varphi(\varepsilon, \varepsilon)}{\cos\varepsilon}$$

und setzt ferner:

$$c = \frac{\mu}{\mu'} \cdot \frac{P' \cos\varepsilon\, f(0)}{P\pi\, \varphi(\varepsilon, \varepsilon)}$$

so wird

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{I}{I_0}\right)_1 &= e^{-2\lambda} + c\,(1 - e^{-\lambda}) \\ \left(\frac{I}{I_0}\right)_2 &= e^{-2\lambda} + \tfrac{1}{2}\,c\,(1 - e^{-2\lambda}) \\ \left(\frac{I}{I_0}\right)_3 &= e^{-\lambda} + c\,(1 - e^{-\lambda}) \end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

und es entspricht kurz ausgedrückt 1) dem Fall: α sehr klein, 2) α nicht sehr klein und 3) α direct gleich Null. Zur besseren Uebersicht habe ich einige Werthe von (11) für $c = 1$ berechnet. Hier ist $\left(\frac{I}{I_0}\right)_3$ stets $= 1$.

λ	$\left(\frac{I}{I_0}\right)_1$	$\left(\frac{I}{I_0}\right)_2$
0.0	1.00	1.00
0.1	0.91	0.91
0.2	0.85	0.84
0.3	0.81	0.77
0.4	0.78	0.72
0.5	0.76	0.68
0.6	0.75	0.65
0.7	0.75	0.62
0.8	0.75	0.60
0.9	0.76	0.58
1.0	0.77	0.57

Man sieht hieraus, dass auch für nicht grosse λ eine recht merkliche, bis zu 25 % steigende Zunahme der Helligkeit bei ganz kleinen Werthen des Winkels α stattfinden kann. Diese kann fast plötzlich auftreten, wenn die Entfernung des Flächenelementes von der Staubwolke im Vergleich zu ihrer Dicke gross ist. Auf diesen Punkt wird bei dem dunklen Saturnring, von dem der nächste Artikel etwas eingehender handeln soll, näher einzugehen sein.

5.

Die Beleuchtungsverhältnisse, welche der Saturnring aufweist, sind, wie ich bei verschiedenen Gelegenheiten auseinander gesetzt habe, nur dann vollständig zu erklären, wenn man die Ansicht, welche schon von J. Cassini angedeutet, in neuerer Zeit besonders eingehend von Maxwell und Hirn besprochen worden ist, acceptirt, nach welcher dieses Gebilde aus discreten Massentheilchen besteht, die nach Art eines dichten Schwarmes von Trabanten um den Saturnkörper kreisen. Nur diese Annahme ist im Stande, alle Erscheinungen und zwar ohne Ausnahme zu erklären, die der Saturnring sowohl dem betrachtenden Fernrohr als auch dem messenden Photometer darbietet.

Ich habe in I fast ausschliesslich nur den hellen Ring (die beiden nach O. Struve's Vorschlag mit A und B bezeichneten Ringtheile) ausführlich behandelt und diese Betrachtung hat dazu geführt, die an sich höchst merkwürdigen und sehr bedeutenden Lichtvariationen vollständig zu erklären, welche dieses Gebilde nach den Beobachtungen des Herrn G. Müller aufweist.

Ich werde nun auch den Ring C, d. i. den sogenannten dunklen Ring, einer Untersuchung in ähnlicher Richtung, soweit dies die Beobachtungen gestatten, unterziehen und auch diese scheint mir zu ganz befriedigenden Resultaten zu führen. Mir scheinen nun diese photometrischen Betrachtungen so unzweifelhaft für die Richtigkeit der obigen Annahmen über die Constitution des Saturnringes zu sprechen, dass ich in ihnen vielleicht den stärksten directen Beweis, der für diese spricht, erblicken möchte. Denn die von mir aufgestellte Formel enthält fast gar nichts Hypothetisches oder wenigstens nur solches, das ganz gleichgültig

für die Resultate ist. Der Grund für diese Möglichkeit liegt in dem Umstande, dass der Phasenwinkel bei Saturn stets sehr klein (im Max. 6° 3′) ist und der directe Einfluss desselben auf das bei zerstreut reflectirenden Substanzen anzunehmende und als völlig unbekannt anzusehende photometrische Elementargesetz ohne Frage nur sehr unbedeutend sein kann. Man darf also behaupten, dass die Theorie der Beleuchtung des Saturnringes fast ganz unabhängig ist von der Unsicherheit, welche den photometrischen Betrachtungen der Planeten sonst anhaften muss, und dass diese Theorie einen der wenigen Fälle darstellt, wo sich diese Unabhängigkeit erzielen und den erlangten Resultaten eine zuverlässige Beweiskraft ertheilen lässt.

Dass auch in mechanischer Beziehung die Cassini'sche Ansicht zu keinen Widersprüchen führt, ist mit grosser Sicherheit zu behaupten. wenngleich einwandsfreie Untersuchungen in dieser Richtung nicht vorliegen. Ich muss dabei, da dieser Umstand meistens ausser Acht gelassen wird, besonders hervorheben, dass die Gründe, welche Maxwell für die Richtigkeit der genannten Annahme und besonders die, welche er für die Unhaltbarkeit anderer anführt, nicht als stichhaltig angesehen werden können, wenigstens nicht in der von Maxwell gegebenen Gestalt. Bei anderer Gelegenheit[1]) habe ich mich über diesen Punkt geäussert und hoffe demnächst darauf zurückkommen zu können. Indessen scheint es mir angemessen, das Wesentliche dessen, was ich a. a. O. vorgebracht habe, zum Theil mit denselben Worten hier zu wiederholen.

Maxwell hat ausführlich, ebenso wie Laplace, die Möglichkeit eines festen Aggregatzustandes der Ringe untersucht. In astronomischer Beziehung ist aber diesen Untersuchungen lediglich nur ein historisches Interesse zuzuerkennen und zwar deshalb, weil sie geeignet waren, die Ueberzeugung zu befestigen, dass die Saturnringe keine festen Gebilde sein können und so zu der Wiederaufnahme der Cassini'schen Ansicht hindrängten. Denn die flüssige Natur des Ringes ist, obwohl zu wiederholten Malen untersucht, wohl niemals als besonders wahrscheinlich betrachtet worden.

[1]) Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft XXV, S. 295 ff.

Bekanntlich nahm Laplace schliesslich an, der Saturnring bestehe aus sehr vielen concentrischen, äusserst dünnen Ringen. Da aber von einem solchen System unter gewissen Annahmen leicht gezeigt werden kann, dass es so lange instabil ist, als die Ringe homogen sind, indem die kleinste störende Wirkung von Aussen ein Herabfallen der Ringe auf den Saturnkörper bewirken muss, so sprach Laplace die Meinung aus, die Ringe enthielten sehr ungleichförmig vertheilte Massen. Dass hierdurch ein stabiler Zustand ermöglicht werde, ist indessen von Laplace nicht bewiesen worden. Es tritt ein solcher auch ganz gewiss im Allgemeinen nicht ein und wenn überhaupt, nur unter gewissen Bedingungen. Die Bewegung eines nicht homogenen sehr dünnen Ringes um einen innerhalb desselben gelegenen Centralpunkt ist übrigens auch gegenwärtig noch nicht bekannt. Selbst in sehr einfachen Specialfällen ist bisher die Integration noch nicht gelungen. Maxwell hat nur den Fall in Betracht gezogen, in dem ein homogener, unendlich dünner, an einem Punkte mit Masse beschwerter Kreisring sich um einen in seiner Ebene gelegenen anziehenden Punkt bewegt und die Bewegung sich in derselben Ebene abspielt. Wählt man dann den Anfangszustand des Systemes so, dass der anziehende Punkt sich in der Nähe des Mittelpunktes des Ringes befindet und sich von hier aus sehr langsam entfernt, und entwickelt man dann alles nach Potenzen der Variablen, deren Werthe sehr klein sind, so lange der genannte Zustand bestehen bleibt und lässt die höheren Potenzen fort, so reduciren sich die ursprünglichen Differentialgleichungen auf lineare, deren Integration durch Exponentialfunctionen möglich ist. Enthalten die Exponenten, welche lineare Functionen der Zeit sind, in gewisser Weise imaginäre Coefficienten, so werden Sinus- und Cosinusfunctionen der Zeit die untersuchte Bewegung darstellen. Die Bedingungen für dieses Vorkommniss betrachtet Maxwell als nothwendig und hinreichend für die Stabilität des Systemes. Es unterliegt aber wohl kaum einem Zweifel, dass dieses Verfahren gar keinen Beitrag zur Frage nach der Stabilität des Saturnsystemes liefern kann. Die Beweiskraft eines solchen ist genau so wenig stark, wie die der alten Betrachtungen über die Stabilität des Sonnensystems. Hier wie dort wird die Kleinheit gewisser Grössen vorausgesetzt und dann hierdurch die Beständigkeit dieser Kleinheit bewiesen. Wie sich die Lösungen der Differentialgleichungen

gestalten, wenn z. B. in ihnen die nächst höheren Glieder mitgenommen werden, ist in dem vorliegenden Falle gänzlich unbekannt. Noch viel weniger aber kann man behaupten, dass periodische Lösungen der vereinfachten Gleichungen dieselbe Eigenschaft in dem ganz allgemeinen Falle behalten.

Eine Behandlung des mechanischen Systemes, welches der Cassini'schen Ansicht entspricht, liegt, wie schon erwähnt, bisher nicht vor. Allgemeinere Untersuchungen in dieser Richtung hat Maxwell nicht angestellt, er hat aber eine an sich interessante Annahme verfolgt. Diese besteht darin, dass eine Zahl von kleinen Massen im Anfange der Bewegung sich in den Ecken eines regelmässigen Polygones befinden und die Tendenz haben, sich von dieser Configuration ein wenig zu entfernen. Durch Weglassung der zweiten und höheren Potenzen der Glieder, welche die kleinen Abweichungen von dieser regelmässigen Anordnung ausdrücken, führt das Problem auf lineare Differentialgleichungen mit constanten Coefficienten, deren Integration durch Exponentialfunctionen gelingt. Diese letzteren stellen Sinus- und Cosinusfunctionen der Zeit dar, wenn die Gesammtmasse der kleinen Körper einen kleinen Bruchwerth der Saturnmasse nicht überschreitet. Die Frage aber nach der Stabilität eines solchen Systemes kann auf diesem Wege ebenso wenig entschieden werden, wie die analoge, oben erörterte, nach der Stabilität der Bewegung fester Ringe. Auch haben die thatsächlichen Verhältnisse beim Saturnring nicht einmal eine oberflächliche Aehnlichkeit in mechanischer Beziehung mit diesem Maxwell'schen Problem.

Dass der dunkle Ring aus discreten Massentheilchen besteht, dürfte schon der Anblick desselben ergeben. Wir haben bei diesem Gebilde, soweit der äussere Anblick in Frage kommt, zwei Theile zu unterscheiden. Der erste Theil liegt ausserhalb der Saturnscheibe und projicirt sich auf den freien Himmelsgrund. Der zweite projicirt sich auf die dahinter gelegene Saturnscheibe und erscheint als feiner Schleier, wobei natürlich ganz von den Fällen abgesehen werden soll, wo sich der vom hellen Saturnringe auf den Saturnkörper geworfene Schatten mit dem Schleier vermischt. Wir wollen im Folgenden der Kürze wegen den ersten Theil des dunklen Ringes den freien Theil, den zweiten den Schleier nennen. Wenn man nun den Rand der Planetenscheibe ausserhalb des Schleiers

und seine Fortsetzung in ihm verfolgt, so ist auch nicht der geringste Einfluss einer Lichtbrechung zu bemerken, eine Erscheinung, die, seit jeher bekannt, mit einer continuirlichen Massenvertheilung wohl nicht zu vereinigen ist.

Nach dem Früheren ist es sehr leicht, die Flächenhelligkeiten des freien Theiles des dunklen Ringes (f), des Schleiers (s) und des hellen Ringes (h) zu berechnen. Es mögen diese Flächenhelligkeiten, dividirt durch die Helligkeit eines Elementes der Saturnscheibe, am besten der Mitte dieser, bezeichnet werden der Reihe nach mit J_f, J_s und J_h. Dann ist nach Art. 4, (11):

$$J_s = e^{-2\lambda} + c_d\,(1 - e^{-\lambda}) \quad \text{wenn } \alpha \text{ äusserst klein}$$

$$= e^{-2\lambda} + \tfrac{1}{2}\,c_d\,(1 - e^{-2\lambda}) \quad \text{wenn } \alpha \text{ nicht sehr klein}$$

$$= e^{-\lambda} + c_d\,(1 - e^{-\lambda}) \quad \text{wenn } \alpha = 0$$

und nach Art. 2 (5a) und Art. 4 (7a)

$$J_f = \frac{c_d}{2}\,(1 - e^{-2\lambda}) \quad \text{wenn } \alpha \text{ nicht sehr klein}$$

$$= c_d\,(1 - e^{-\lambda}) \quad \text{wenn } \alpha = 0$$

Hierin ist dem vorigen Artikel entsprechend

$$c_d = \frac{\mu}{\mu'} \cdot \frac{P'}{\pi P} \cdot \frac{f(0)}{\varphi(\varepsilon, \varepsilon)} \cos \varepsilon$$

wenn die ungestrichenen Buchstaben und f dem dunklen Saturnringe und die gestrichenen und φ der Scheibenmitte entsprechen. Ferner hat man dem Früheren gemäss noch

$$\lambda = \frac{\lambda_1}{\sin A}; \quad \lambda_1 = \frac{3}{32} \cdot \frac{N\delta}{\varrho}\, H$$

Für den hellen Ring hat man einfach:

$$J_h = \frac{c_h}{2} \quad \text{für nicht sehr kleine } \alpha$$

$$J_h = c_h \quad \text{für } \alpha = 0$$

wobei c_h die dem c_d analoge Grösse für den hellen Ring bedeutet.

Zunächst ist nun darauf aufmerksam zu machen, dass, wie der Augenschein lehrt, c_h durchaus nicht denselben Werth für alle Theile des hellen Ringes hat. Denn der Ring A, also der äusserste bis zur Cassini'schen Linie, ist offenbar merklich weniger hell als B, ist aber dabei so gut

wie vollkommen undurchsichtig bei allen Elevationswinkeln. Daraus folgt nothwendig, dass die Oberflächen der den Ring A bildenden Theilchen physikalisch verschieden sein müssen von denen, welche den Ring B bilden. Daraus folgt aber weiter die Berechtigung, im Bedarfsfalle c_d verschieden von c_h annehmen zu dürfen. Es stände also nichts im Wege c_d bedeutend kleiner als c_h anzunehmen, wodurch der Schleier dann sich als ein auffälligeres Object darstellen müsste. Aber auch, wenn man c_d etwa $= 1$ annimmt, was also bedeuten würde, dass der dunkle Ring, falls er so dick wäre, dass er undurchsichtig erschiene, eine gleiche Flächenhelligkeit wie das zum Vergleich herangezogene Element der Saturnscheibe hätte, kommt man zu keinen Widersprüchen, wie sich aus den Zahlen am Ende des vorigen Artikels ergiebt. Diese Zahlen zeigen, dass in allen jenen Fällen der Schleier als leicht und deutlich sichtbares Object sich darstellen muss, in denen λ ein nicht gar zu kleiner Bruch ist, und man sieht leicht, dass diese Erscheinung mit abnehmendem c an Deutlichkeit gewinnt. Die Erklärung also der Erscheinung, welche der Schleier zeigt, bietet gar keine Schwierigkeiten dar.

Es muss aber noch auf einen Punkt besonders hingewiesen werden. Der dritte Werth von J_s ($\alpha = 0$) ist gewissermassen ein Ausnahmefall, der nur selten eintritt, während der Werth für kleine Werthe von α fast stets der Wirklichkeit entspricht. Er fängt bei äusserst kleinen Werthen von α überzugehen an in den dritten Werth nach Massgabe des gemeinschaftlichen Theiles, den die beiden Kreiscylinder mit dem Radius ϱ und mit den Axen parallel den Richtungen zur Sonne und zur Erde haben. Es ist leicht die strenge Formel für diesen Uebergang darzustellen; dies soll aber nicht ausgeführt werden, denn die beiden genannten Cylinder schneiden sich innerhalb des dunklen Ringes erst bei ganz minimalen Werthen von α, die auch nur in Ausnahmefällen stattfinden können, so dass der dritte Werth von J_s in der That ganz aus dem Spiele bleiben kann. Bezeichnet man mit d die Entfernung des betrachteten Flächenelementes der Saturnoberfläche von der unteren Begrenzung des Ringes, gemessen in der Richtung nach der Sonne, so kann offenbar der genannte Ausnahmefall nur stattfinden, wenn

$$\alpha < \frac{2\varrho}{d}$$

Nun ist offenbar $d > D$, wo D die kürzeste Entfernung des inneren Randes des dunklen Ringes von der Saturnoberfläche bedeutet, und da D rund zu 15 000 Kilometer angenommen werden darf, folgt

$$\alpha < 28'' \cdot \varrho$$

wo ϱ in Kilometern ausgedrückt gewiss keine grosse Zahl sein kann.

Also bei Werthen von α, die grösser sind als vielleicht einige Zehner von Bogensekunden, kommt nur der erste und zweite Werth von J_s in Betracht. Sobald aber α unter die genannte Grenze herabsinkt, tritt sofort eine merkliche Aufhellung des Schleiers und zwar ziemlich plötzlich auf, und diese Aufhellung wird um so merkbarer sein, je grösser c_d ist. Ist diese Grösse $= 1$, so wird der Schleier ganz verschwinden. Diese merkwürdige Erscheinung dauert nur ganz kurze Zeit und verschwindet sofort wieder, wenn α aus dem genannten Bereiche sich entfernt. Es ist klar, dass dieselbe nur auftreten kann, wenn die Opposition sich zur Zeit ereignet, zu welcher sich Saturn im Knoten seiner Bahn befindet. Es ist aus diesen Gründen sehr wenig wahrscheinlich, dass diese eigenthümliche Lichtvariation jemals wird constatirt werden können. Auch wird hierbei nicht zu übersehen sein, dass das Augenfällige der Erscheinung etwas verwischt werden muss durch den Umstand, dass die Sonne kein leuchtender Punkt ist, sondern auf dem Saturn als eine Scheibe vom Durchmesser $3\frac{1}{2}'$ erscheint. Am Schlusse dieser Abhandlung wird ganz kurz auf diesen Punkt eingegangen werden.

Zur Bestimmung der in den obigen Formeln vorkommenden Grösse λ werden in einwurfsfreier Weise fast nur die seltenen Phänomene dienen können, wo der Trabant Japetus durch den Schatten des Saturnsystemes hindurchzieht. Bis jetzt liegt in dieser Richtung nur eine einzige Beobachtung vor, welche am Lick-Observatory von dem ausgezeichneten Beobachter Herrn Barnard[1]) gemacht worden ist. Herr A. Marth[2]) hatte darauf aufmerksam gemacht, dass 1889 November 1—2, das genannte Phänomen stattfinden werde. Wie es scheint ist ausser Herrn Barnard

1) Monthly Notices L, S. 107 ff.
2) Monthly Notices IXL, S. 427 ff.

Niemandem sonst eine Beobachtung geglückt. Die Resultate, welche Herr Barnard gewonnen, müssen als der directeste Beweis für die Durchsichtigkeit des dunklen Ringes betrachtet werden. Dieselben scheinen, obwohl sie nur auf Helligkeitsschätzungen, nämlich auf Vergleichungen der Helligkeit des Japetus mit Enceladus und Tethys beruhen, doch einen bedeutenden Grad von Genauigkeit zu besitzen, und eine eingehendere Bearbeitung derselben wäre eine dankenswerthe Arbeit. Es müsste hierbei auf die Wirkung des Halbschattens, welche sich beim Austritt von Japetus aus dem Schatten des Saturnkörpers und bei seinem Eintritt in den Schatten des hellen Ringes deutlich zu zeigen scheint, Rücksicht genommen werden. Für die vorliegenden Zwecke genügt es hervorzuheben, dass aus den Beobachtungen des Herrn Barnard und bei Festhaltung der von ihm angenommenen Helligkeitsscala folgt, dass der dunkle Ring in seinen dem Planeten am nächsten liegenden Theilen fast alles Licht durchlässt und seine Undurchsichtigkeit mit der Annäherung an den hellen Ring successive zunimmt. Die photometrische Lichtabnahme wird ziemlich nahe durch eine gerade Linie dargestellt und die Schwächung des Lichtes beträgt in der Nähe des hellen Ringes ungefähr 0.7 Grössenclassen. Der Elevationswinkel der Sonne war zu jener Zeit — 11°.18. Nehmen wir der Mitte des dunklen Ringes entsprechend eine Schwächung des Lichtes um 0.35 Grössenclassen an, so wird nach Art. 4, (8)

$$\lambda = 0.32; \quad \lambda_1 = 0.0627.$$

Hiermit ergeben sich die folgenden Zahlen:

A	$e^{-2\lambda}$	$(1-e^{-\lambda})$	$\frac{1}{2}(1-e^{-2\lambda})$	$e^{-\lambda}$
1°	0.00	0.97	0.50	0.03
2	0.03	0.83	0.49	0.17
3	0.09	0.70	0.45	0.30
4	0.17	0.59	0.42	0.41
5	0.24	0.51	0.38	0.49
10	0.49	0.30	0.26	0.70
15	0.62	0.21	0.19	0.79
20	0.70	0.17	0.15	0.83
25	0.74	0.14	0.13	0.86
30	0.78	0.12	0.11	0.88

	$c_d = 1$					$c_d = \frac{1}{2}$				
	J_s			J_f	$J_f(\alpha=0)$	J_s			J_f	$J_f(\alpha=0)$
A	1	2	3			1	2	3		
1°	0.97	0.50	1.0	0.50	0.97	0.49	0.25	0.52	0.25	0.49
2	0.86	0.52	1.0	0.49	0.83	0.45	0.28	0.59	0.24	0.42
3	0.79	0.54	1.0	0.45	0.70	0.44	0.33	0.65	0.23	0.35
4	0.76	0.59	1.0	0.42	0.59	0.47	0.38	0.71	0.21	0.30
5	0.75	0.62	1.0	0.38	0.51	0.50	0.43	0.75	0.19	0.26
10	0.79	0.75	1.0	0.26	0.30	0.64	0.62	0.85	0.13	0.15
15	0.83	0.81	1.0	0.19	0.21	0.73	0.72	0.90	0.10	0.11
20	0.87	0.85	1.0	0.15	0.17	0.78	0.78	0.91	0.08	0.08
25	0.88	0.87	1.0	0.13	0.14	0.81	0.81	0.93	0.06	0.07
30	0.90	0.89	1.0	0.11	0.12	0.84	0.84	0.94	0.05	0.06

Man sieht hieraus, dass der Schleier bei kleinen A sehr erhebliche Lichtvariationen zeigt, auch wenn man von der oben erwähnten plötzlichen Zunahme der Helligkeit absieht. Der freie Theil des Ringes zeigt ebenfalls sehr beträchtliche Lichtvariationen bei kleinen A, dieselben nehmen aber bald mit wachsendem A ab. Man darf indessen hierbei nicht ausser Acht lassen, dass für kleine A die obige Theorie ungenau wird und zum Mindesten dann die abgekürzten Formeln dadurch zu ergänzen sind, dass man nicht $A = A'$ annimmt. Indessen werden doch jedenfals die mitgetheilten Zahlen hinreichen, um ein deutliches Bild von den Verhältnissen, die sich abspielen müssen, zu geben.

Die Zahlen J_f deuten darauf hin, dass man wohl der Albedo der Theilchen, welche den dunklen Ring bilden, einen Werth zuertheilen wird müssen, der beträchtlich kleiner als c_h ist. Etwas Sicheres lässt sich, wie schon erwähnt, darüber nicht sagen; es scheint aber nicht, dass in dieser Beziehung für die Theorie irgend welche Schwierigkeiten entstehen könnten.

Auf der andern Seite bietet die Geschichte der Wahrnehmungen des dunklen Ringes doch, wie mir scheint, einige Merkwürdigkeiten dar. Es soll deshalb zum Schluss dieser Auseinandersetzungen ein flüchtiger Blick auf diese geworfen werden.

6.

Es darf als festgestellt gelten, dass der dunkle Ring zuerst auf der Berliner Sternwarte in den Jahren 1838 und 1839 gesehen worden ist. Encke[1]) hat darüber folgende Aufzeichnungen veröffentlicht:

„1838 Mai 25. Der dunkle Raum zwischen Saturn und seinem Ringe schien Herrn Galle zur Hälfte aus dem allmähligen Uebergange des inneren Randes des Ringes zur Dunkelheit zu bestehen, so dass die Verwaschenheit dieses inneren Randes des inneren Ringes eine bedeutende Breite haben würde.

Juni 10. Die inneren Ränder des ersten Ringes verwaschen sich allmählig in den dunklen Zwischenraum zwischen Ring und Kugel. Es schien, wenn keine Täuschung obwaltet, der Ring von dem Anfang der Verdunkelung an gerechnet fast die Hälfte des Raumes bis zur Saturnkugel einzunehmen."

Dieser sehr reservirten Wiedergabe des von Herrn Galle Gesehenen ist es zuzuschreiben, dass die Berliner Beobachtung unbeachtet blieb, dass der dunkle Ring von W. C. Bond im Herbste 1850 wie ein ganz neues Object beschrieben worden ist und diese Neuentdeckung erst die allgemeinere Aufmerksamkeit auf dieses Object gelenkt hat. Es ist zu bedauern, dass sich Herr Galle[2]) erst hierdurch veranlasst sah, seine in den Jahren 1838 und 1839 ausgeführten zahlreichen Messungen zu veröffentlichen, welche doch die Dimensionen des dunklen Ringes vollkommen exact wiedergeben, und es bleibt räthselhaft, warum Encke in der seiner angeführten Abhandlung beigegebenen Abbildung jeden Hinweis auf den dunklen Ring vermieden hat. Es ist dies um so merkwürdiger, als der dunkle Ring, der im November 1850 ganz unabhängig von Bond auch von Dawes mit einem $6\frac{1}{2}$zölligen Refractor bemerkt worden ist, gegenwärtig wenigstens ein sehr auffälliges Object ist, das schon in mässig grossen Fernrohren leicht sichtbar ist und auch dem, der nicht besonders darauf achtet, kaum entgehen kann. Ich habe in den letzten Jahren, als der Ring noch weit geöffnet war, öfters den Versuch gemacht, von

1) Ueber den Ring des Saturn. Abhandlungen der Berliner Akademie. 1838.
2) Astronomische Nachrichten Nro. 756.

Laien, die durch das Münchener $10\frac{1}{2}$zöllige Fernrohr den Saturn ansahen, zu erfahren, ob sie den dunklen Ring von selbst, also ohne darauf aufmerksam gemacht zu werden, gesehen haben, und in den allermeisten Fällen eine bejahende Antwort darauf bekommen.

Während also wohl in der That der dunkle freie Ring als ein leicht sichtbares Object bezeichnet werden muss, wird man dies von dem Schleier nicht behaupten können, und es wird immerhin als verwunderlich bezeichnet werden können, dass auf der Encke'schen Zeichnung dieser Schleier ganz deutlich hervortritt, während von dem freien Theil des Ringes keine Spur angedeutet ist.

Noch merkwürdiger ist, dass sich vor der Galle'schen Wahrnehmung nirgends eine Bemerkung über den dunklen Ring vorfindet, obwohl die Saturnringe genug oft von ausgezeichneten Beobachtern betrachtet und sogar ausgemessen worden sind.

Herr O. Struve[1]) hat in Bezug auf diesen Punkt die ältere astronomische Literatur genau durchforscht und ist dabei auf folgende Umstände aufmerksam geworden:

W. Herschel spricht an 4 Stellen, die über Beobachtungen am Saturn in den Jahren 1791 und 1805 handeln, ausdrücklich von dem gleichförmigen Aussehen, das der Zwischenraum zwischen dem Saturnkörper und dem hellen Ring darbot und vergleicht ihn mit dem freien Himmelsgrunde. Herr O. Struve neigt aber der Ansicht zu, dass trotzdem die Aufmerksamkeit Herschel's auf diesen Punkt nicht besonders gerichtet war, er vielmehr nur nebenbei den innersten Theil des Saturnsystemes gewissermassen als Vergleichsobject anführt. Dem gegenüber bleibt aber doch die Schwierigkeit bestehen, auch die Richtigkeit der Auffassung O. Struve's vorausgesetzt, dass ein so deutlich sichtbares Object, wie der dunkle Saturnring jetzt ist, der Aufmerksamkeit Herschel's nicht nur einmal, sondern zu wiederholten Malen hat entgehen können.

Dagegen weist Herr O. Struve, wie mir scheint, ganz überzeugend nach, dass der Schleier mehrere Mal und zwar von verschiedenen Beobachtern gesehen und beschrieben worden ist. Man darf hierbei aber

---

1) Sur les dimensions des anneaux de Saturne. Mémoires de l'Académie de St. Petersbourg 1852.

nicht übersehen, dass bei diesen Wahrnehmungen die Mitwirkung von Contrastphänomenen nicht ausgeschlossen ist. Der sehr helle Ring *B* grenzt zum Theil an weniger helle Partien der Saturnscheibe. Dann aber erscheint bekanntlich an der Grenze und zwar in der weniger hellen Fläche meistens ein mehr oder weniger auffälliges trübes Band, das ganz wie ein matter Schleier aussieht. Es wird schwer sein zu entscheiden, in wie weit diese Contrastwirkung auf die beschriebenen Phänomene beim Saturn passt, und es soll keineswegs behauptet werden, dass hierdurch Alles bei den älteren Wahrnehmungen, so z. B. die Andeutungen auf der erwähnten Zeichnung von Encke, vollständig erklärt werden kann, aber man wird doch auf die genannten Contrastphänomene Rücksicht zu nehmen haben bei einer endgültigen Interpretation der beschriebenen Erscheinungen.

Auf den Untersuchungen O. Struve's fussend, darf man folgende Sätze als wohl begründet hinstellen:

1) Der dunkle Ring ist vor dem Jahre 1838 nicht gesehen worden, obwohl nachweisbar Saturn mit grösseren, den mittleren Fernrohren der Gegenwart in der hier in Frage kommenden Richtung wohl ebenbürtigen Teleskopen eingehend betrachtet worden ist.
2) Der den hellen Ring von der Saturnscheibe trennende Schleier ist öfters und von verschiedenen Beobachtern bemerkt worden.
3) Gegenwärtig ist der freie Theil des dunklen Ringes ein leicht sichtbares Object, das den Beobachtern weniger leicht entgehen wird, als der Schleier.

Die erste und dritte Thatsache sind schwer mit einander zu vereinigen, wenn man nicht annehmen will, dass im dunklen Ringe bedeutende Veränderungen vor sich gegangen sind. Die zweite Thatsache dagegen mag vielleicht in Nebenumständen, wenn auch nicht ihre Entstehung, so doch eine Verstärkung gefunden haben. Wichtig wäre es, wenn Saturn durch die älteren Fernrohre, natürlich auch mit den alten Ocularen, eingehend betrachtet werden möchte, um einen Vergleich mit den älteren Beschreibungen zu ermöglichen. Die Möglichkeit hierzu ist gegenwärtig noch vorhanden, indem sich einige der älteren Fernrohre noch in gebrauchsfähigem Zustande befinden.

Jedenfalls sind die angedeuteten Verhältnisse sehr merkwürdig und bedürfen der Aufklärung. Stünde es fest, dass der genannte Schleier in früherer Zeit mehr in die Augen fiel, so könnte man diese Thatsache in Verbindung mit der kaum bezweifelbaren Wahrnehmung, dass der freie Theil des dunklen Ringes jetzt heller ist, nur durch die Annahme erklären, dass die Albedo der den dunklen Ring bildenden Theilchen sich vergrössert hätte. Man könnte dann diese Veränderungen mit ähnlichen Processen, wie Vereisungen etc. in Verbindung bringen, eine Hypothese, die an sich zwar nichts Unangemessenes enthält, aber gegenwärtig doch so viel Unsicheres und Gewagtes darbietet, dass nicht näher darauf eingegangen werden soll.

Nicht unerwähnt mögen noch die Erscheinungen bleiben, welche beim Wiedererscheinen des unsichtbar gewordenen Saturnringes im Jahre 1891 beobachtet worden sind.

Der Ring war nach Herrn Barnard[1]) Ende October 1891 selbst in den mächtigsten Fernrohren der Lick Sternwarte vollkommen unsichtbar. Zum ersten Male wurde er dort 1891 October 30, $1^h\,7^m$ m. Z. Gr. gesehen. Da nun Herr Oudemans[2]) October 29, $17^h\,9^m$ m. Z. Gr. nichts von dem Ringe sehen konnte, so fällt sein Wiedererscheinen innerhalb des durch diese beiden Angaben eng begrenzten Zeitintervalles. Die Erde besass zu jener Zeit einen Elevationswinkel von $1^0\,56'$. Herr Oudemans hat weiter an jenem Tage bemerkt: „eine feine dunkle Linie läuft über den Aequator“ und dieselbe als die Projection des dunklen Ringes auf die Saturnscheibe erklärt, weil sie auch noch sichtbar blieb, nachdem die Sonne sich ein wenig über die Ebene des Ringes erhoben hatte. Gegen diese Erklärung ist principiell nichts einzuwenden, nur könnte vielleicht bemerkt werden, dass man hierbei ganz gut auch die Mitwirkung eines Theiles des hellen Ringes hinzuziehen kann. Denn es liegen gewiss nicht die den Ring bildenden Theilchen genau zwischen zwei Ebenen und können immerhin einige Partien sich in dem Schatten der davor liegenden Theilchen befinden, auch nachdem die Sonne ein wenig über die Ringebene emporgestiegen war. Man erhält hierdurch

1) Monthly Notices LII, S. 419 ff.
2) Astronomische Nachrichten Nr. 3074.

den Vortheil, eine etwas grössere Breite der dunklen Linie erklären zu können, und dies ist wünschenswerth, weil die innersten Theile des dunklen Ringes, wie oben erwähnt, noch fast vollständig durchsichtig sind und also die dahinterliegende Saturnscheibe hindurchscheinen lassen und selbst nicht ganz dunkel erscheinen. In der Mitte des dunklen Ringes, was dem obigen Werthe von λ als entsprechend angenommen wurde, ist ($A = 1^0 56'$) log $\lambda = 0.266$ und demnach lässt hier der Ring immerhin noch 16 % des Lichtes der dahinter liegenden Saturnscheibe hindurch.

Ehe der Ring anfing sichtbar zu werden, musste derselbe sich auf der Saturnscheibe als schwarzes Band darstellen. Dasselbe wurde in der That von Herrn Barnard beobachtet und gezeichnet. Derselbe fand am 22. October für die Breite dieses schwarzen Bandes 0".51 und seine Mitte war vom nördlichen Rande 7".40, vom südlichen 6".56 entfernt. Herr Barnard giebt an, dass die gemessene Breite vollkommen übereinstimmt mit den Daten der Ephemeriden. Ich finde nun aber für einen Elevationswinkel A der Erde von $1^0 41'$ für diese Breite 0".16 bezw. 0".24, je nachdem der helle Ring allein oder der dunkle Ring mitgenommen wird. Dagegen finde ich mit den Beobachtungen sehr gut übereinstimmend aus den weiter unten folgenden Daten für den Abstand der Mitte des dunklen Bandes vom nördlichen bezw. südlichen Scheibenrand 7".64 und 6".72, wenn nur der helle Ring, und 7".60 und 6".76, wenn der dunkle Ring mitgemessen wird. Die vorhin erwähnte Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung scheint einer Aufklärung bedürftig, da Herr Barnard auch am 29. October eine gleich grosse Breite des schwarzen Bandes (0".65) findet.

Von den vielen interessanten Notizen des Herrn Barnard über das Aussehen des eben sichtbar gewordenen Saturnringes am 29. October 1891 verdienen besonders die folgenden einer Hervorhebung. Der Ring konnte erst in einiger Entfernung (etwa 2") vom Rande der Scheibe wahrgenommen werden, weiter waren die beiden Hälften des Ringes zu beiden Seiten des Planeten durchaus nicht von gleichem Aussehen, und schliesslich bemerkte Herr Barnard auf der östlichen Ringhälfte zwei hellere Lichtknoten. Das erste Factum kann, wenn man will, durch die Nähe der hellen Planetenscheibe vollständig erklärt werden, aber es wirkt, wie gleich gezeigt werden wird, noch ein zweiter Umstand mit. Die zweite

Thatsache bedarf wohl kaum einer weiteren Erörterung, während zur Erklärung der dritten Herr Barnard annimmt, dass er zwei der inneren Saturntrabanten gesehen habe. Nun könnte aber nur Mimas in Frage kommen und es möchte Schwierigkeiten bereiten beide Lichtknoten auf diese Weise zu erklären. Doch bedarf es in dieser Beziehung keiner weitläufigen Erörterungen, denn mir scheint es überaus wahrscheinlich, dass hier eine ganz andere Erscheinung vorliegt. Schon Schroeter hat solche Lichtknoten an dem äusserst schmalen Saturnringe gesehen und Olbers[1]) hat diese Erscheinung vollständig erklärt. Wenn die Erde nahe in der Ebene des Saturnringes steht, so werden die Helligkeiten der einzelnen Punkte der Lichtlinie, als welche sich dann der Ring darstellt, keineswegs gleich sein. Sie ist proportional der Anzahl der Theilchen, welche sich scheinbar in dem betrachteten Punkte der Lichtlinie vereinigen. Man hat also senkrecht auf die Ringebene Ebenen parallel zur Richtung nach der Erde zu legen und die Anzahl der Theilchen, welche in jeder Ebene liegen, giebt die dort stattfindende Helligkeit an. Man sieht nun leicht ein, dass die Helligkeit der Lichtlinie von der Planetenscheibe aus zuerst zunimmt und dort, wo die innere Anse des dunklen Ringes sich projicirt, ein erstes Maximum eintritt. Ein zweites Maximum tritt dort ein, wo die innere Anse des nächsten hellen Ringes (*B*), und ein drittes dort, wo die innere Anse des äusseren hellen Ringes (*A*) sich projicirt. Ein Minimum ergiebt sich am äusseren Ende des hellen Ringes *B*. Das gilt natürlich in Strenge nur, wenn alle Ringtheile gleich hell wären, was bekanntlich nicht der Fall ist. Namentlich wird das erste Maximum nicht oder nicht in auffälliger Weise zu Stande kommen.

Nach den sorgfältigen Zusammenstellungen des Herrn Oudemans[2]) ist in der mittleren Entfernung des Saturn (9.539)

Radius des äusseren Randes des Ringes *A*	19″75
„ „ inneren „ „ „ *A*	17.60
„ „ äusseren „ „ „ *B*	17.10
„ „ inneren „ „ „ *B*	13.75
„ „ inneren „ „ „ *C*	10.90
Aequatorial-Radius des Saturn	8.65
Polarer Radius „ „	7.70

1) Astronomische Nachrichten Nr. 241.

2) Kaiser, de Sterrenhemel, 2. Auflage von Oudemans, Band II. S. 701.

In der mittleren Entfernung müssten also zunächst die ausgesprochenen Maxima der Helligkeit stattfinden in den Entfernungen vom Saturncentrum:

1. Maximum	13."75
2. Maximum	17.60

Näheres über die Art, wie sich diese Maxima herausheben, findet sich bei Olbers a. a. O. Herr Barnard hat die Lage der von ihm bemerkten beiden Lichtknoten nicht gemessen, er giebt aber in einer leider sehr kleinen Zeichnung diese Lage an. Ich habe aus diesem Diagramme mit einer in der Natur der Sache liegenden, voraussichtlich sehr geringen, Genauigkeit mit einem Maassstabe folgende Dimensionen in Millimetern entnommen:

		Rechnung
Aequator. Saturnradius	6.3	6.1
Radius des äussersten Ringes	14.0	14.0
Entfernung des ersten Lichtknotens vom Saturncentrum	10.0	9.7
Entfernung des zweiten Lichtknotens	12.2	12.1

Die daneben stehenden Zahlen geben die auf denselben Maassstab bezogenen Zahlen, wie sie aus den obigen Darlegungen für die beiden Maxima und den angeführten Dimensionen des Saturnsystemes folgen. Die Uebereinstimmung ist eine so vollkommene, dass man kaum zweifeln wird, dass die gegebene Interpretation der von Herrn Barnard gesehenen Lichtknoten zutreffend ist.

Da nun nach dem Obigen auch der Ring von dem Scheibenrande aus an Helligkeit zunimmt, so wird dieser Umstand jedenfalls dazu mitwirken, dass erst in einiger Entfernung vom Rande die Lichtlinie bemerkt werden wird, und es ist kein Zufall, dass Herr Barnard die ersten Spuren derselben in einer Entfernung (2″) gesehen hat, welche fast genau mit der Stelle zusammenfällt, wo sich die innere Anse des dunklen Ringes projicirt, wo also das erste Maximum der Helligkeit in der Lichtlinie auftritt.

7.

Aus den vorstehenden Untersuchungen geht hervor, dass es keine Schwierigkeiten macht, sich einen Ueberblick über die Grösse der Lichtschwankungen zu verschaffen, welche staubförmige kosmische Massen in der Nähe der Opposition zeigen. Die detaillirte Darstellung der Lichtvariation ist dagegen ziemlich verwickelt. Sie ist aber in dem Vor-

stehenden und insbesondere für undurchsichtige Staubmassen in meiner früheren Abhandlung I vollständig durchgeführt. Man wird sich indessen gegenwärtig halten müssen, dass schon zufolge der Praemissen, auf denen die ganze Theorie beruht, und auch aus practischen Gründen eine rigorose Genauigkeit in den Formeln ganz zwecklos wäre. Deshalb erscheint es als nicht unwichtig, dass sich die Formeln näherungsweise einfacher gestalten und auf bequemer zu handhabende Ausdrücke bringen lassen. Das soll in diesem Artikel geschehen, während in den weiteren Artikeln gezeigt werden wird, wie man sich auch von jenen Annahmen in der Theorie unabhängig machen kann, welche auf noch nicht ganz allgemeinen Voraussetzungen beruhen. Ich werde mich der Kürze wegen dabei ausschliesslich auf undurchsichtige Körper staubförmiger Structur, die wie der Saturnring von zwei parallelen Ebenen begrenzt sind, beschränken. Der allgemeinere Fall lässt sich auf genau dieselbe Weise erledigen. Die in Frage kommenden Formeln für eine undurchsichtige Staubmasse waren (I. S. 481)

$$Q = I' \cdot (\sin A + \sin A')\,\mathfrak{C}$$

$$\mathfrak{C} = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}; \qquad \mathfrak{A} = x\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-x\Phi} \cos\varphi\, d\varphi; \qquad \mathfrak{B} = \tfrac{8}{3}\, e^{-x\frac{3\pi-2}{8\pi}}$$

$$\Phi = \frac{3}{8\pi}\left\{\cos\varphi - \tfrac{1}{3}\cos^3\varphi + \left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)\sin\varphi - \tfrac{2}{3}\right\}$$

Es lässt sich nun zeigen, dass man $\mathfrak{C}$ bis auf geringfügige etwa $\frac{1}{2}$ % nicht übersteigende Fehler genau erhält, wenn man Φ nach Potenzen von $\sin\varphi$ entwickelt und nur die zweiten Potenzen von $\sin\varphi$ mitnimmt. Es kommt dies einer Vernachlässigung von Gliedern gleich, welche innerhalb der Klammer mit $\frac{1}{12}\sin^4\varphi$ beginnen.

Macht man diese Entwickelung, so wird

$$\Phi = \frac{3}{8\pi}\sin\varphi\left(\frac{\pi}{2} + \sin\varphi\right)$$

und es wird, wenn man $\sin\varphi = z$ setzt:

$$\mathfrak{A} = x\int_0^1 dz \cdot e^{-\frac{3}{8}\frac{x}{\pi}\left(\frac{\pi}{2}z + z^2\right)}$$

Das kann man aber in die Form eines Kramp'schen Integrales bringen:

$$\mathfrak{A} = \sqrt{\frac{8\pi x}{3}} \cdot e^{T^2} \int_{T}^{T'} e^{-\xi^2} \cdot d\xi$$

wenn man setzt:

$$T = \sqrt{\frac{3\pi x}{128}}; \qquad T' = T\left(\frac{\pi + 4}{\pi}\right)$$

Für die numerische Rechnung führt man zunächst für nicht grosse T und T' das Integral

$$\Theta(T) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_{0}^{T} e^{-\xi^2} d\xi$$

ein und hat dann

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{A} &= [0.40910]\sqrt{x} \cdot e^{T^2}\{\Theta(T') - \Theta(T)\} \\ T &= [9.43353]\sqrt{x}; \qquad T' = [9.79018]\sqrt{x} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Hierin bedeuten die in Klammern gesetzten Zahlen Logarithmen. Für kleinere T ist $\Theta(T)$ den bekannten älteren Tafeln zu entnehmen oder die Function

$$\Psi(Z) = e^{Z^2} \int_{Z}^{\infty} e^{-\xi^2} d\xi$$

den sehr bequemen Tafeln, welche Herr Radau[1]) berechnet hat. Wo diese nicht ausreichen, also für grosse T, wird man nach Herrn Schlömilch so verfahren:

Man hat

$$\left.\begin{aligned} \int_{T}^{\infty} e^{-\xi^2} d\xi = \frac{1}{2T} e^{-T^2} \times \\ \left\{1 - \frac{a_1}{T^2+1} + \frac{a_2}{(T^2+1)(T^2+2)} - \frac{a_3}{(T^2+1)(T^2+2)(T^2+3)} + \ldots\right\} \end{aligned}\right\}$$

wo $a_1 = 0.5; \quad a_2 = 0.25; \quad a_3 = 0.625; \quad a_4 = 0.5625 \quad \ldots$

1) Tables de l'intégrale $\Psi(Z)$. Mémoires der Pariser Sternwarte XVIII.

Setzt man also

$$f(T) = 1 - \frac{a_1}{T^2+1} + \frac{a_2}{(T^2+1)(T^2+2)} - \quad . \quad . \quad .$$

so wird

$$\Theta(T) = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{e^{-T^2}}{T} f(T)$$

und schliesslich:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{A} &= [0.72700]\left\{ f(T) - \frac{T}{T'} e^{T'^2 - T^2} \cdot f(T') \right\} \\ \log \frac{T}{T'} &= 9.64335; \qquad T'^2 - T^2 = [9.48696] \cdot x \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Mit Hülfe dieser Formeln habe ich nun $\mathfrak{C}$ berechnet. In der folgenden Tabelle ist unter s der frühere in I und auch am Schlusse dieser Abhandlung gegebene Werth von $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ und daneben der Näherungswerth n gegeben. Es genügt bis $x = 300$ zu gehen, da von hier ab die beiden Werthe bis auf 4 Stellen übereinstimmen.

	s	n	Fehler
$x = 1$	0.2700	0.2702	— 2
2	0.2445	0.2453	— 8
3	0.2233	0.2247	— 14
4	0.2055	0.2072	— 17
5	0.1902	0.1924	— 22
6	0.1771	0.1795	— 24
7	0.1657	0.1682	— 25
8	0.1556	0.1582	— 26
9	0.1468	0.1493	— 25
10	0.1389	0.1414	— 25
12	0.1255	0.1279	— 24
14	0.1145	0.1167	— 22
16	0.1054	0.1072	— 18
18	0.0977	0.0993	— 16
20	0.0910	0.0924	— 14
25	0.0780	0.0789	— 9
30	0.0683	0.0690	— 7
40	0.0549	0.0553	— 4
50	0.0460	0.0462	— 2
100	0.0256	0.0256	0
150	0.0178	0.0178	0
300	0.0093	0.0093	0

Durch diese Zahlen ist der oben ausgesprochene Satz bewiesen, denn die auftretenden Differenzen sind vollständig zu vernachlässigen. Es seien noch zur Uebersicht einige Näherungswerthe Φ_1 von Φ:

$$\Phi_1 = \frac{3}{8\pi} \sin\varphi \left(\frac{\pi}{2} + \sin\varphi\right)$$

den strengen Werthen von Φ gegenübergestellt. Letztere sind in engeren Intervallen am Schlusse dieser Abhandlung angeführt.

φ	$\log \Phi_1$	$\log \Phi$
0°	$-\infty$	$-\infty$
10	8.5582	8.5581
20	8.8926	8.8918
30	9.0920	9.0897
40	9.2302	9.2255
50	9.3298	9.3222
60	9.4012	9.3905
70	9.4498	9.4360
80	9.4777	9.4620
90	9.4870	9.4704

8.

Es sollen nun die am Anfange des vorigen Artikels in zweiter Linie genannten Untersuchungen in Angriff genommen werden. Die zwei etwas specielleren Annahmen, auf welchen die in den früheren Artikeln und in I entwickelten Formeln beruhen und die zu einer Verallgemeinerung auffordern, waren: 1) wurde vorausgesetzt, dass sich die Staubwolke aus lauter Kugeln von demselben Radius ϱ zusammensetzt, 2) wurde die Lichtquelle punktförmig angenommen. Zuerst soll nunmehr die erste Voraussetzung fallen gelassen werden. Der ganze mit Staubmasse erfüllte Raum R enthalte vielmehr in nahezu gleichförmiger Vertheilung $N = N_1 + N_2 + \ldots + N_n$ Kugeln und zwar N_1 Kugeln mit dem Radius ϱ_1, N_2 solche mit dem Radius ϱ_2 u. s. f. bis N_n Kugeln mit dem Radius ϱ_n. Wenn dann die früheren Bezeichnungen in jeder Richtung beibehalten werden und

$$q' = \Gamma f(\alpha) \cdot \varrho^2$$

die Lichtmenge einer Kugel mit dem Radius ϱ wäre, wenn diese frei läge, so wird dieselbe in Wirklichkeit sein:

$$q = q' w = \Gamma f(\alpha) \cdot \varrho^2 w$$

wo w die Wahrscheinlichkeit dafür ist, dass keine der N Kugeln ein betrachtetes Element im Innern der Masse weder beschatte noch verdecke. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass dies mit den Kugeln N_m vom Radius ϱ_m geschehe, sei w_m; dann ist

$$w = w_1 w_2 \ldots w_n$$

und da allgemein

$$w_m = e^{-\frac{N_m}{R} V_m}$$

war, wo V_m das Volumen des aus den oft genannten beiden Kreiscylindern zusammengesetzten Körpers ist, so hat man

$$w = e^{-\frac{N_1 V_1 + N_2 V_2 + \ldots + N_n V_n}{R}}$$

Dieses w ist dasselbe für alle Kugeln, welche in der Tiefe h liegen. In einer sehr dünnen Schicht liegen aber $\frac{N_m}{H} dh$ Kugeln vom Radius ϱ_m. Die Lichtmenge aller dieser Kugeln zusammen ist

$$\frac{N_m}{H} dh \cdot \Gamma f(\alpha) \cdot \varrho_m^2 w.$$

und wenn man in Bezug auf alle m summirt, ergiebt sich für die Lichtmenge der ganzen Schicht von der Dicke dh:

$$dQ = \Gamma f(\alpha) \left(\frac{N_1 \varrho_1^2 + N_2 \varrho_2^2 + \ldots + N_n \varrho_n^2}{H}\right) \cdot e^{-\Sigma \frac{NV}{R}} \cdot dh$$

Nennt man $M(x)$ den Mittelwerth aller Werthe, die x annehmen kann, so kann man die letzte Formel auch schreiben

$$dQ = \Gamma f(\alpha) \frac{N}{H} \cdot M(\varrho^2) \cdot e^{-\frac{N}{R} M(V)} dh \tag{1}$$

Für nicht zu kleine Phasenwinkel α ist

$$V = \varrho^2 \pi \frac{h(\sin A + \sin A')}{\sin A \sin A'}$$



also, da die Staubwolke undurchsichtig sein soll, die gesammte Lichtmenge:

$$Q = \Gamma f(\alpha) \frac{N}{H} M(\varrho^2) \int_0^\infty dh \cdot e^{-h\pi \frac{N}{R} M(\varrho^2) \frac{\sin A + \sin A'}{\sin A \sin A'}}$$

oder nach Ausführung der Integration:

$$Q = \frac{\Gamma f(\alpha)}{\pi} \frac{R}{H} \cdot \frac{\sin A \sin A'}{\sin A + \sin A'}$$

Für $\alpha = 0$ ergiebt sich hieraus

$$Q(0) = \frac{\Gamma f(0)}{2\pi} \cdot \frac{R}{H} \sin A \tag{1a}$$

Wenn man aber von vornherein $\alpha = 0$ setzt, so reducirt sich V auf die Hälfte und man findet

$$Q_0(0) = \frac{\Gamma f(0)}{\pi} \cdot \frac{R}{H} \sin A \tag{1b}$$

Diese Formeln zeigen, wie zu erwarten, dass die Lichtmengen $Q(0)$ ganz unabhängig von der Grösse der Kugeln und dem Mischungsverhältniss der verschieden grossen Kugeln ist. Da nun die Formeln (1a) und (1b) die Grösse der ganzen Lichtzunahme in der Nähe der Opposition angeben, so ist die Grösse dieser Lichtvariation auch ganz unabhängig von der speciellen Annahme, dass etwa nur Kugeln von gleichen Radien in der Masse vorkommen. Man sieht aber auch, dass nunmehr in dieser Richtung auch die Voraussetzung nicht mehr erforderlich ist, dass die kleinen Körperchen überhaupt noch die Kugelform haben, denn auch dann müssen die Formeln (1a) und (1b) gelten mit der einzigen ganz belanglosen Aenderung, dass rechts ein anderer Factor auftritt, welcher von der Form dieser Körperchen abhängt, da dies mit der Function $f(\alpha)$ der Fall ist.

Hiernach ist in der Hauptsache die Theorie der Beleuchtung staubförmiger Körper unabhängig von der ersten beschränkenden Voraussetzung. Nun fragt sich aber, wie der Uebergang von (1a) zu (1b) sich im allgemeinen Fall gestaltet, wie sich also die Lichtvariation im Einzelnen vollzieht.



Um diesen Punkt zu untersuchen, müssen wir auf die Entwicklungen in I (Art. 12) zurückgreifen. Es sollen hierbei der Einfachheit wegen die Glieder, welche von den zweiten und höheren Potenzen von α abhängen, fortgelassen werden, also

$$\frac{(\sin A + \sin A')^2}{4 \sin A \sin A'} = 1\,; \qquad \cos\alpha = 1$$

gesetzt werden. Dann haben wir die beiden Fälle zu unterscheiden

$$h \lesseqgtr h_1 = \varrho \frac{\sin A + \sin A'}{\sin\alpha}$$

Für den ersten Fall ist (I, S. 479)

$$V = V_0 + V_1 - G + \Sigma \tag{2}$$

und für den zweiten Fall

$$V = V_0 + V_1 - G$$

und es war

$$V_0 + V_1 - G = \frac{4\pi}{\sin\alpha}\left\{a\varrho^2 - \frac{2}{3\pi}\varrho^3\right\}$$

$$\Sigma = \frac{4\varrho^3}{\sin\alpha}\left\{\sqrt{1-\frac{a^2}{\varrho^2}} - \tfrac{1}{3}\left(1-\frac{a^2}{\varrho^2}\right)^{\frac{3}{2}} - \frac{\pi}{2}\frac{a}{\varrho} + \frac{a}{\varrho}\arcsin\frac{a}{\varrho}\right\}$$

wobei gesetzt worden ist

$$a = \frac{h\sin\alpha}{\sin A + \sin A'}$$

Um nun nach (1) Q wirklich zu bilden, werde $\varrho_1 < \varrho_2 < \varrho_3 \cdots < \varrho_n$ angenommen.

Bei der Integration von

$$d\,Q = I'f(\alpha)\,\frac{N}{H}\,M(\varrho^2)\,e^{-\frac{N}{R}M(V)}\cdot\frac{\sin A + \sin A'}{\sin\alpha}\cdot d\,a \tag{3}$$

in Bezug auf a zwischen den Grenzen 0 und ∞ muss man nun offenbar das Integrationsintervall zerlegen.

Es ist zu nehmen

$$\text{für } 0 < a < \varrho_1 \qquad M_1(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha}\left\{a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3)\right\} + \underset{\varrho_1}{M}(\Sigma)$$

$$\text{„ } \varrho_1 < a < \varrho_2 \qquad M_2(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha}\left\{a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3)\right\} + \underset{\varrho_2}{M}(\Sigma)$$

. . . .

$$\text{für } \varrho_{n-1} < a < \varrho_n \qquad M_n\ (V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha}\left\{a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3)\right\} + \underset{\varrho_n}{M}(\Sigma)$$

$$\text{„ } \varrho_n < a \qquad M_{n+1}(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha}\left\{a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3)\right\}$$

und dann hat man

$$\left.\begin{array}{l} Q = \Gamma f(\alpha)\dfrac{N(\sin A + \sin A')\, M(\varrho^2)}{H \sin\alpha} \times \\ \left\{\displaystyle\int_0^{\varrho_1} e^{-\frac{N}{R}M_1(V)}\, d\,a + \int_{\varrho_1}^{\varrho_2} e^{-\frac{N}{R}M_2(V)}\, d\,a + \ldots + \int_{\varrho_n}^{\infty} e^{-\frac{N}{R}M_{n+1}(V)}\, d\,a\right\} \end{array}\right\} \quad (4)$$

Hierin bedeutet $\underset{\varrho_1}{M}$ das Mittel aus allen den einzelnen ϱ entsprechenden Werthen von Σ; $\underset{\varrho_2}{M}$ denselben Ausdruck, wenn in ihm der Werth Σ für $\varrho = \varrho_1$ gleich Null gesetzt wird, $\underset{\varrho_3}{M}(\Sigma)$ wenn Σ für $\varrho = \varrho_1$ und $\varrho = \varrho_2$ gleich Null gesetzt wird etc.

Die Gleichung (4) löst die gestellte Aufgabe ganz allgemein und man hätte nur noch Hülfsmittel aufzusuchen, um die wirkliche Berechnung von (4) zu erleichtern. Es wird dies unten unter gewissen Voraussetzungen weiter ausgeführt werden.

Zuerst soll (4) auf den einfachen Fall angewendet werden, in welchem die Masse nur aus zweierlei Kugeln besteht, nämlich aus solchen vom Radius ϱ_1 und solchen vom Radius ϱ_2. Es werde dann, wie in I, die Function eingeführt:

$$\Phi(\varphi) = \frac{3}{8\pi}\left\{\cos\varphi - \frac{1}{3}\cos^3\varphi + \left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)\sin\varphi - \frac{2}{3}\right\}$$

Setzt man dann im ersten Integrale in (4) $a = \varrho_1 \sin \varphi_1$ und im zweiten $a = \varrho_2 \sin \varphi_2$ so wird:

$$\Sigma = \frac{4\varrho^3}{\sin \alpha} \cdot \left\{ \frac{8\pi}{3} \Phi(\varphi) + \frac{2}{3} - \pi \sin \varphi \right\}$$

Wenn nun weiter die folgenden Bezeichnungen eingeführt werden:

$$\delta_1 = \frac{32}{3} \frac{\varrho_1^2 \pi}{R}, \qquad \delta_2 = \frac{32}{3} \frac{\varrho_2^2 \pi}{R}$$

$$x_1 = \frac{N_1 \delta_1}{\sin \alpha}, \qquad x_2 = \frac{N_2 \delta_2}{\sin \alpha}$$

so ergiebt sich für die 3 hier auftretenden Mittelwerthe von V:

$$(1) = \frac{N}{R} M_1(V) = x_1 \Phi(\varphi_1) + x_2 \Phi(\varphi_2)$$

$$(2) = \frac{N}{R} M_2(V) = x_2 \Phi(\varphi_2) + \frac{3}{8} x_1 \frac{\varrho_2}{\varrho_1} \sin \varphi_2 - \frac{x_1}{4\pi}$$

$$(3) = \frac{N}{R} M_3(V) = \frac{3}{8} \left(\frac{x_1}{\varrho_1} + \frac{x_2}{\varrho_2} \right) a - \frac{1}{4\pi} (x_1 + x_2)$$

und die Formel (4) gestaltet sich so:

$$\left. \begin{array}{l} Q = I' f(\alpha) \cdot \dfrac{(\sin A + \sin A')(N_1 \varrho_1^2 + N_2 \varrho_2^2)}{H \sin \alpha} \times \\ \left\{ \varrho_1 \displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-(1)} \cdot \cos \varphi_1 \, d\varphi_1 + \varrho_2 \int_{\sin \varphi_2 = \frac{\varrho_1}{\varrho_2}}^{\frac{\pi}{2}} e^{-(2)} \cos \varphi_2 \, d\varphi_2 + \int_{\varrho_2}^{\infty} e^{-(3)} \, da \right\} \end{array} \right\}$$

Das letzte Integral kann natürlich sofort ausgeführt werden. Dasselbe ist

$$\frac{8}{3\left(\frac{x_1}{\varrho_1} + \frac{x_2}{\varrho_2} \right)} e^{-\frac{3}{8\pi} \left[x_1 \left(\frac{\pi \varrho_2}{\varrho_1} - \frac{2}{3} \right) + x_2 \left(\pi - \frac{2}{3} \right) \right]}$$

Eine wesentliche weitere Reduction der Ausdrücke ist im Allgemeinen nicht möglich. Man wird hierin aber, gemäss den Auseinandersetzungen in Art. 7, an Stelle des strengen Werthes von Φ den Näherungswerth:

$$\Phi = \frac{3}{8\pi} \sin \varphi \left(\frac{\pi}{2} + \sin \varphi \right)$$

einsetzen dürfen. Dann kann man die beiden ersten Integrale als Kramp'sche darstellen, was natürlich für ihre Auswerthung von grossem Nutzen ist. Das Resultat dieser sehr leicht auszuführenden Reduction ist folgendes: Setzt man:

$$\frac{\varrho_2}{\varrho_1} = \lambda; \qquad \frac{x_2}{x_1} = \lambda^3 \cdot \frac{N_2}{N_1} = \mu; \qquad x_1 = x$$

so wird:

$$\left.\begin{aligned} Q &= \Gamma f(\alpha)(\sin A + \sin A') \cdot \frac{3}{32\pi} \cdot \frac{R}{H} \cdot \frac{\lambda+\mu}{\lambda} \cdot I \\ I &= x\left\{\frac{e^{T^2}}{\sqrt{b_1}} \int_T^{T'} e^{-\xi^2} d\xi + \frac{e^{A}}{\sqrt{b_2}} \int_{T_1}^{T_1'} e^{-\xi^2} d\xi\right\} + \frac{8}{3}\frac{\lambda}{\lambda+\mu} \cdot e^{-\frac{3}{8}\frac{x}{\pi}\left\{\pi(\lambda+\mu)-\frac{8}{3}(1+\mu)\right\}} \end{aligned}\right\} (5)$$

und die hier vorkommenden Buchstaben haben folgende Bedeutung:

$$a_1 = \frac{3}{16} \cdot \frac{\lambda+\mu}{\lambda} x \qquad T = \frac{a_1}{2\sqrt{b_1}} = (\lambda+\mu)\sqrt{\frac{3\pi x}{128(\lambda^2+\mu)}}$$

$$b_1 = \frac{3}{8\pi} \cdot \frac{\lambda^2+\mu}{\lambda^2} x \qquad T' = \frac{a_1}{2\sqrt{b_1}} + \sqrt{b_1} = T + \sqrt{\frac{3(\lambda^2+\mu)x}{8\pi\lambda^2}}$$

$$a_2 = \frac{3}{16} \cdot \frac{2\lambda+\mu}{\lambda} x \qquad T_1 = \frac{a_2}{2\sqrt{b_2}} + \sqrt{b_2} = (2\lambda+\mu)\sqrt{\frac{3\pi x}{128\mu}} + \sqrt{\frac{3\mu x}{8\pi\lambda^2}}$$

$$b_2 = \frac{3}{8\pi} \cdot \frac{\mu}{\lambda^2} x \qquad T_1' = \frac{a_2}{2\sqrt{b_2}} + \lambda\sqrt{b_2} = (2\lambda+\mu)\sqrt{\frac{3\pi x}{128\mu}} + \sqrt{\frac{3\mu x}{8\pi}}$$

$$A = \frac{x}{4\pi} + \frac{a_2^2}{4b_2} = x\left[\frac{1}{4\pi} + \frac{3\pi(2\lambda+\mu)^2}{128\mu}\right]$$

Mit Hülfe der vorhandenen Tafeln für die Kramp'schen Integrale und, wo diese nicht ausreichen, mit Hülfe der in Art. 7 erwähnten Reihen kann nunmehr (5) leicht berechnet werden. Beispielsweise sei $\lambda = 2$; $\mu = 1$. Setzt man dann:

$$x = \frac{3\pi-2}{9\pi-4} \cdot y$$

$$\nu^2 = \frac{24}{5} \cdot \frac{3\pi-2}{9\pi-4} \cdot \pi$$

so wird

$$\frac{3}{2} I = \nu\sqrt{y}\left\{e^{T^2}\int_T^{T'} e^{-\xi^2} d\xi + e^{A}\sqrt{5}\int_{T_1}^{T_1'} e^{-\xi^2} d\xi\right\} + \frac{8}{3} e^{-y\frac{3\pi-2}{8\pi}}$$

Um einen Ausdruck zu bekommen, der mit $\frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ in der Abhandlung I direct vergleichbar ist, muss gebildet werden

$$\mathfrak{C}_1 = \frac{32}{9I}$$

Es ergab sich nun für

		R
$y = 2$	$\log \mathfrak{C}_1 = 0.265$	0.267
5	0.226	0.227
10	0.182	0.182
15	0.153	0.152
100	0.043	0.042

Geht man aber mit dem Argumente $0.56\,y$ in die Tafel für $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ ein, so ergeben sich die Werthe R. Diese wenigen Werthe reichen aus, um die Ueberzeugung zu verschaffen, dass bis auf völlig unmerkliche Abweichungen die alte Tafel die Lichtvariationen in ihrem ganzen Umfange für den soeben betrachteten Fall wiederzugeben im Stande ist, wenn das Argument mit dem constanten Factor 0.56 multiplicirt wird. Ganz ähnliches findet noch bei sehr vielen andern Werthen von λ und μ statt. So z. B. bekommt man einen vollständigen Anschluss an die wahre Lichtvariation für den Fall $\mu = 9$, $\lambda = 2$, wenn man mit dem Argumente $9.5 \cdot x$ statt x in die alte Tafel eingeht. Es ist nun um so wichtiger zu zeigen, dass in diesem Vorkommniss nicht etwa ein Satz von allgemeinerer Geltung zum Vorscheine kommt, als wir etwas ganz ähnliches weiter unten bei einer ganzen Classe von Vertheilungen der Kugeln verschiedener Grössen finden werden. Um dies auszuführen und zugleich den Grund des bemerkten Vorkommnisses besser zu erkennen, wollen wir im Gegentheile solche Werthe von λ und μ aufsuchen, bei denen die Lichtmenge Q nicht durch die alte Tafel für $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ näherungsweise dargestellt werden kann dadurch, dass man das Argument dieser Tafel mit einem constanten Factor multiplicirt. Der Ausdruck $I \frac{\lambda + \mu}{\lambda}$ in (5) kann selbstverständlich für specielle Werthe der beiderseitigen Argumente x und z dem früheren $\mathfrak{C}(z)$ d. i.

$$\mathfrak{C} = \sqrt{\frac{8\pi z}{3}}\, e^{T_0^2} \int_{T_0}^{T_0'} e^{-\xi^2} d\xi + \tfrac{8}{3}\, e^{-z \cdot \frac{3\pi - 2}{8\pi}}; \quad T_0 = \sqrt{\frac{3\pi z}{128}}; \quad T_0' = T_0 \left(\frac{\pi + 4}{\pi}\right)$$

gleichgemacht werden. Für äusserst kleine x und z findet sich nun:

$$I\frac{\lambda+\mu}{\lambda} = \frac{8}{3} + \frac{2x}{3\pi}(1+\mu)$$

$$\mathfrak{C} = \frac{8}{3} + \frac{2z}{3\pi}$$

Es müsste also sein:

$$x = \frac{z}{1+\mu}$$

Für äusserst grosse x und z andererseits ist, wenn $f(T)$ dieselbe Bedeutung wie in Art. 7 hat:

$$I\,\frac{\lambda+\mu}{\lambda} = \frac{16}{3}f(T)$$

$$\mathfrak{C} = \frac{16}{3}f(T_0)$$

Es müsste also sein:

$$T = T_0$$

oder

$$x = \frac{\lambda^2+\mu}{(\lambda+\mu)^2}\cdot z$$

Man wird demnach im Allgemeinen nur dann eine nahe Darstellung des Ausdruckes I durch $\mathfrak{C}$ im ganzen Umfange erwarten dürfen, wenn die beiden Factoren

$$\frac{1}{\mu+1} \text{ und } \frac{\lambda^2+\mu}{(\lambda+\mu)^2}$$

nicht sehr verschieden von einander sind. In den beiden angeführten Beispielen $\lambda = 2$, $\mu = 1$, und $\lambda = 2$, $\mu = 9$ findet aber etwas ähnliches thatsächlich statt, denn die beiden Factoren sind

$$\frac{1}{2} \text{ und } \frac{5}{9} \text{ bezw. } \frac{1}{10} \text{ und } \frac{13}{121}$$

Um also ein Beispiel zu erhalten, in welchem die neue Lichtcurve nicht dadurch näherungsweise bestimmt wird, dass man mit dem mit einem constanten Factor multiplicirten Argumente in die Tafel für $\frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ eingeht, muss man suchen, für jene beiden Factoren wesentlich verschiedene

Werthe zu erhalten. Setzt man z. B. $\mu = \lambda = 100$, so werden diese Factoren $\frac{1}{101}$ und $\frac{101}{400}$. In der That findet man in diesem Falle

	$\log \mathfrak{C}_1$
$x = \frac{1}{2}$	0.166
1	0.150
2	0.126
3	0.110

und wenn man aus der mehrerwähnten Tafel die Werthe von z heraussucht, welche obige Tafelwerthe ergeben, findet man:

$$z = 7.0,\ 8.6,\ 12.0,\ 15.0$$

woraus sich ergiebt

$$\frac{z}{x} = 14.0,\ 8.6,\ 6.0,\ 5.0$$

die also sehr wesentlich von einander abweichen.

9.

Ich gehe nun dazu über, die allgemeinen Formeln (4) des letzten Artikels in eine für die numerische Rechnung brauchbare Form zu bringen.

Wenn die im Früheren wiederholt benutzte Function Φ eingeführt wird, so ist:

$$\Sigma = \frac{4\varrho^3}{\sin\alpha} \cdot \left\{ \frac{8}{3}\pi\, \Phi(\varphi) + \frac{2}{3} - \pi \sin\varphi \right\}$$

Setzt man:

$$x_1 = \frac{32}{3}\varrho_1^3 \pi \cdot \frac{N_1}{R\sin\alpha}$$

$$x_2 = \frac{32}{3}\varrho_2^3 \pi \cdot \frac{N_2}{R\sin\alpha}$$

. . . .

$$a = \varrho_1 \sin\varphi_1 = \varrho_2 \sin\varphi_2 = \ldots = \varrho_n \sin\varphi_n$$

so wird, wenn unter $\Sigma(\varrho_1)$ der Werth von Σ für $\varrho = \varrho_1$ verstanden wird:

$$\frac{N_1}{R}\Sigma(\varrho_1) = x_1\, \Phi(\varphi_1) + \frac{x_1}{4\pi} - \frac{3}{8}x_1 \sin\varphi_1$$

$$\frac{N_2}{R}\Sigma(\varrho_2) = x_2\, \Phi(\varphi_2) + \frac{x_2}{4\pi} - \frac{3}{8}x_2 \sin\varphi_2$$

. . . .



Weiter hat man

$$\frac{4\pi N}{R \sin\alpha}\left\{ a\ M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3) \right\}$$

$$= \tfrac{3}{8}\,(x_1 \sin\varphi_1 + x_2 \sin\varphi_2 + \ldots + x_n \sin\varphi_n) - \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{4\pi}$$

Bei der Bildung von (4) hat man noch zu berücksichtigen, dass

$$\underset{\varrho_1}{M}(\Sigma) = \frac{N_1\,\Sigma(\varrho_1) + N_2\,\Sigma(\varrho_2) + \ldots + N_n\,\Sigma(\varrho_n)}{N_1 + N_2 + \ldots + N_n}$$

$$\underset{\varrho_1}{M}(\Sigma) = \frac{N_2\,\Sigma(\varrho_2) + \ldots + N_n\,\Sigma(\varrho_n)}{N_1 + N_2 + \ldots + N_n} \quad \text{u. s. f.}$$

Die einzelnen Integrale, aus denen sich (4) zusammensetzt, lauten also in expliciter Form:

$$\int_0^{\varrho_1} e^{-\frac{N}{R} M_1(V)}\, da = \varrho_1 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi_1\, d\varphi_1\, e^{-[x_1 \Phi(\varphi_1) + x_2 \Phi(\varphi_2) + \ldots + x_n \Phi(\varphi_n)]}$$

$$\int_{\varrho_1}^{\varrho_2} e^{-\frac{N}{R} M_2(V)}\, da = \varrho_2 \int_{\arcsin\frac{\varrho_1}{\varrho_2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi_2\, d\varphi_2\, e^{-[x_2 \Phi(\varphi_2) + \ldots + x_n \Phi(\varphi_n) - \frac{x_1}{4\pi} + \frac{3}{8} x_1 \sin\varphi_1]}$$

. . . .

$$\int_{\varrho_{n-1}}^{\varrho_n} e^{-\frac{N}{R} M_n(V)}\, da = \varrho_n \int_{\arcsin\frac{\varrho_{n-1}}{\varrho_n}}^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi_n\, d\varphi_n\, e^{-[x_n \Phi(\varphi_n) - \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_{n-1}}{4\pi} + \frac{3}{8}(x_1 \sin\varphi_1 + \ldots + x_{n-1} \sin\varphi_{n-1})]}$$

$$\int_{\varrho_n}^{\infty} e^{-\frac{N}{R} M_{n+1}(V)}\, da = \frac{8}{3\left(\frac{x_1}{\varrho_1} + \frac{x_2}{\varrho_2} + \ldots + \frac{x_n}{\varrho_n}\right)}\, e^{+\frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{4\pi}} \cdot e^{-\frac{3}{8}\left(\frac{x_1}{\varrho_1} + \frac{x_2}{\varrho_2} + \ldots + \frac{x_n}{\varrho_n}\right)\varrho_n}$$

Dies sind die allgemeinen Formeln, nach denen die numerische Rechnung stets ausführbar ist. Begnügt man sich, was wohl stets erlaubt sein wird, den Näherungswerth anzusetzen:

$$\Phi = \frac{3}{8\pi} \sin\varphi \left(\frac{\pi}{2} + \sin\varphi\right)$$

so reduciren sich selbstverständlich die obigen Integrale wieder auf die Kramp'sche Form. Bezeichnet man allgemein

$$J_m = \int_{\varrho_{m-1}}^{\varrho_m} e^{-\frac{N}{R} M_m(V)} d a$$

und setzt man noch

$$x_1 = x; \quad x_m = \mu_m x_1; \quad \varrho_m = \lambda_m \varrho_1$$

$$a_m = \frac{3}{16} x \left\{ \left(1 + \frac{\mu_2}{\lambda_2} + \frac{\mu_3}{\lambda_3} + \ldots + \frac{\mu_n}{\lambda_n}\right) + \left(1 + \frac{\mu_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\mu_{m-1}}{\lambda_{m-1}}\right) \right\}$$

$$b_m = \frac{3}{8\pi} x \left\{ \frac{\mu_m}{\lambda_m^2} + \frac{\mu_{m+1}}{\lambda_{m+1}^2} + \ldots + \frac{\mu_n}{\lambda_n^2} \right\}$$

so wird

$$J_m = \frac{\varrho_1}{\sqrt{b_m}} e^{\frac{x}{4\pi}[1 + \mu_2 + \mu_3 + \ldots + \mu_{m-1}]} \cdot e^{+\frac{a_m^2}{4 b_m}} \cdot \int_{T_m}^{T'_m} e^{-\xi^2} d\xi$$

worin:

$$T_m = \frac{a_m}{2\sqrt{b_m}} + \lambda_{m-1} \cdot \sqrt{b_m}$$

$$T'_m = \frac{a_m}{2\sqrt{b_m}} + \lambda_m \cdot \sqrt{b_m}$$

Anzumerken wäre vielleicht noch

$$\lambda_0 = \mu_0 = 0; \quad \lambda_1 = \mu_1 = 1$$

Ferner kann gesetzt werden

$$\frac{N M(\varrho^2)}{H \sin\alpha} = \frac{3}{32\pi} \frac{R}{H} \frac{x}{\varrho_1} \left[1 + \frac{\mu_2}{\lambda_2} + \frac{\mu_3}{\lambda_3} + \ldots + \frac{\mu_n}{\lambda_n} \right]$$

Dann ist schliesslich

$$\left.\begin{aligned} Q &= I' f(\alpha)(\sin A + \sin A') \frac{3}{32\pi} \frac{R}{H} \cdot \frac{x}{\varrho_1} \left[1 + \frac{\mu_2}{\lambda_2} + \frac{\mu_3}{\lambda_3} + \ldots + \frac{\mu_n}{\lambda_n}\right] \cdot I \\ I &= \sum_{m=1}^{m=n} J_m + \frac{8}{3} \frac{\varrho_1}{x\left(1 + \frac{\mu_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\mu_n}{\lambda_n}\right)} e^{-\frac{3}{8}\frac{x}{\pi}\left[\pi \lambda_n \left(1 + \frac{\mu_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\mu_n}{\lambda_n}\right) - \frac{3}{8}\left(1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n\right)\right]} \end{aligned}\right\} (1)$$

Setzt man hierin $n = 2$, so gelangt man, wie es sein muss, genau zu dem Ausdruck (5) des vorigen Artikels.

10.

Als Beispiel einer stetigen Vertheilung der Kugeln in Bezug auf ihre Grösse soll der Fall betrachtet werden, dass ϱ alle möglichen Werthe zwischen 0 und ϱ haben möge und zwar alle Werthe mit gleicher Wahrscheinlichkeit. Die letzte einschränkende Bedingung könnte selbstverständlich auch fort bleiben, ohne das Wesen der nachfolgenden Betrachtungen zu treffen, nur lassen sich dann natürlich die Formeln nicht bis zur numerischen Verwendung zurecht legen, ohne speciellere Annahmen zu machen. Es ist von selbst klar, dass man auch jetzt die allgemeinen Formeln (1) des vorigen Artikels verwenden kann, es soll aber ein ganz directer Weg eingeschlagen werden. Für den vorliegenden Fall wird man in Formel (4) des Art. (8) nur das erste und letzte Integral beibehalten dürfen. wenn man im ersten Integrale setzt:

$$\underset{a}{M}(V) = M(V_0 + V_1 - G) + \underset{a}{M}(\Sigma)$$

und es ist offenbar

$$\underset{a}{M}(\Sigma) = \frac{1}{\varrho}\int_a^\varrho \Sigma \cdot d\varrho; \quad M(V_0 + V_1 - G) = \frac{4\pi}{\sin\alpha}\left\{\frac{a}{3}\varrho^2 - \frac{1}{6\pi}\varrho^3\right\}$$

Mit Hülfe der Integralformeln

$$\int\left\{\varrho^2\sqrt{\varrho^2 - a^2} - \tfrac{1}{3}\left(\sqrt{\varrho^2 - a^2}\right)^3\right\}d\varrho$$
$$= \frac{1}{6}\varrho\left(\sqrt{\varrho^2 - a^2}\right)^3 + \frac{a^2}{4}\varrho\sqrt{\varrho^2 - a^2} - \frac{a^4}{4}\log\left(\varrho + \sqrt{\varrho^2 - a^2}\right)$$

$$\int \varrho^2 \arcsin\frac{a}{\varrho}\, d\varrho$$
$$= \frac{a^3}{3}\left\{\frac{\varrho^3}{a^3}\arcsin\frac{a}{\varrho} + \frac{\varrho}{2a^2}\sqrt{\varrho^2 - a^2} + \frac{1}{2}\log\left(\varrho + \sqrt{\varrho^2 - a^2}\right)\right\}$$

und wenn man setzt: $a = \varrho\sin\varphi$, erhält man leicht:

$$M(V) = \frac{\varrho^3}{\sin\alpha}\times$$
$$\left\{\tfrac{5}{3}\cos\varphi - \cos^3\varphi + \tfrac{4}{3}\sin\varphi\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) - \tfrac{2}{3} - \tfrac{1}{3}\sin^4\varphi\log\frac{1 + \cos\varphi}{\sin\varphi}\right\}$$

Dies ist in das erste Integral in (4) Art. 8 einzusetzen. In das letzte, wo also $\varrho < a$, hat man dagegen zu substituiren:

$$M(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha} \cdot \left\{ \frac{a\varrho^2}{3} - \frac{1}{6\pi}\varrho^3 \right\}$$

Setzt man nun:

$$\delta = \frac{32}{3} \cdot \frac{\varrho^3 \pi}{R}; \qquad \frac{N\delta}{\sin\alpha} = x$$

$$\Phi_1 = \frac{3}{32\pi}\left\{ \tfrac{5}{3}\cos\varphi - \cos^3\varphi + \tfrac{4}{3}\sin\varphi\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) - \tfrac{2}{3} - \tfrac{1}{3}\sin^4\varphi \log\frac{1+\cos\varphi}{\sin\varphi} \right\} \quad (1)$$

$$I' = \frac{3\,\Gamma f(\alpha)\,\varrho\, M(\varrho^2)}{H\delta}$$

so wird

$$Q = I'(\sin A + \sin A')\left\{ \tfrac{1}{3}x \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-x\Phi_1}\cos\varphi\, d\varphi + \tfrac{8}{3}e^{-x\frac{2\pi-1}{16\pi}} \right\}$$

Es werde nun noch gesetzt:

$$x = 2y \cdot \frac{3\pi - 2}{2\pi - 1}$$

$$\Psi = 2 \cdot \frac{3\pi - 2}{2\pi - 1} \cdot \Phi_1$$

Dann kann man schliesslich schreiben:

$$Q = I'(\sin A + \sin A')\left\{ \tfrac{2}{3} \cdot \frac{3\pi - 2}{2\pi - 1}\, y \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-y\Psi}\cos\varphi\, d\varphi + \tfrac{8}{3}e^{-y\frac{3\pi-2}{8\pi}} \right\} \quad (2)$$

Die Klammergrösse, welche $\mathfrak{C}'(y)$ heissen möge, habe ich nun unter wesentlicher Beihülfe des Herrn Dr. Anding nach der Gauss'schen Methode der mechanischen Quadraturen berechnet. Für grosse Werthe von y, wo man sich nach einer anderen Methode umsehen muss, und eine ähnliche halbconvergente Reihe, wie in I für $\mathfrak{A}$ abgeleitet worden ist, nur für sehr grosse y brauchbar ist, wurde wieder durch Weglassen der höheren Potenzen von $\sin\varphi$ in Ψ die Reduction auf die Kramp'sche Form durchgeführt.

Ich lasse zunächst zur Uebersicht einige Werthe von Ψ folgen, welche bei den mechanischen Quadraturen von Nutzen sind.

φ	log Ψ	Ψ		φ	log Ψ	Ψ		φ	log Ψ	Ψ	
0°	$-\infty$	0	63	30°	9.0986	0.1255	94	60°	9.3952	0.2484	60
2	7.8014	0.0063	68	32	9.1301	0.1349	94	62	9.4054	0.2544	55
4	8.1162	0.0131	71	34	9.1593	0.1443	93	64	9.4148	0.2599	52
6	8.3050	0.0202	75	36	9.1863	0.1536	91	66	9.4234	0.2651	48
8	8.4419	0.0277	78	38	9.2115	0.1627	91	68	9.4311	0.2699	44
10	8.5499	0.0355	81	40	9.2349	0.1718	88	70	9.4381	0.2743	40
12	8.6395	0.0436	84	42	9.2567	0.1806	86	72	9.4444	0.2783	35
14	8.7161	0.0520	87	44	9.2769	0.1892	84	74	9.4500	0.2818	32
16	8.7830	0.0607	89	46	9.2958	0.1976	82	76	9.4549	0.2850	27
18	8.8423	0.0696	90	48	9.3133	0.2058	79	78	9.4590	0.2877	24
20	8.8955	0.0786	92	50	9.3297	0.2137	76	80	9.4625	0.2901	19
22	8.9437	0.0878	94	52	9.3449	0.2213	72	82	9.4654	0.2920	15
24	8.9875	0.0972	94	54	9.3590	0.2285	70	84	9.4676	0.2935	11
26	9.0277	0.1066	94	56	9.3720	0.2355	67	86	9.4692	0.2946	6
28	9.0646	0.1160	95	58	9.3841	0.2422	62	88	9.4701	0.2952	2
30	9.0986	0.1255		60	9.3952	0.2484		90	9.4705	0.2954	

Die Grösse $\log \frac{\mathfrak{C}'(\infty)}{\mathfrak{C}'(y)}$, auf 3 Decimalstellen abgekürzt, ergiebt die folgende Zusammenstellung:

y		R	y		R
1	0.279	0.280	40	0.077	0.076
2	0.259		45	0.071	
3	0.243		50	0.065	0.065
4	0.228		55	0.061	
5	0.215	0.219	60	0.057	
6	0.204		65	0.054	
7	0.194		70	0.051	
8	0.184		75	0.048	
9	0.176		80	0.046	
10	0.169	0.171	85	0.043	
12	0.155		90	0.042	
14	0.144		95	0.040	
16	0.135		100	0.038	0.037
18	0.126		150	0.027	0.026
20	0.119	0.120	200	0.021	0.020
25	0.104		300	0.015	0.015
30	0.093	0.093	400	0.011	0.011
35	0.084		500	0.009	0.009
40	0.077	0.076			

In dieser Tabelle sind unter R Zahlen angeführt, die folgendermassen entstanden sind. In die Tafel für $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ wurde mit dem Argumente $x = 0.65 \cdot y$ eingegangen und wurden aus ihr die zugehörigen Werthe entnommen. Diese stimmen mit den direct berechneten Werthen, wie man sieht, für practische Zwecke vollkommen überein. Es ist dies ein ganz ähnliches Vorkommniss, wie das, welches schon oben bemerkt worden ist. Wenn man also $N\delta$ nur aus dem Verlaufe der Lichtvariation bestimmen will, so wird dies, wenn man nur die Abhängigkeit von α in Betracht zieht, nicht möglich sein, da man die wahre Lichtcurve aus der Tafel für $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(x)}$ erhält, indem man nur das Argument x in einem anderen Maassstabe angiebt, also die Grösse $N\delta$ mit einem constanten Factor zu multipliciren hat.

Auch die Betrachtung des nächst allgemeineren Falles, in dem ϱ alle Werthe zwischen ϱ_0 und ϱ_1 mit gleicher Wahrscheinlichkeit besitzt, lässt sich verhältnissmässig einfach durchführen. Es soll dies im Folgenden geschehen. Setzt man in der Formel (4) Art. 8

$$I'' = I' f(\alpha) \frac{N M(\varrho^2)}{H} (\sin A + \sin A')$$

so wird

$$Q = \frac{\Gamma'}{\sin\alpha} \cdot \left\{ \int_0^{\varrho_0} e^{-\frac{N}{R} M_1(V)} da + \int_{\varrho_0}^{\varrho_1} e^{-\frac{N}{R} M_2(V)} da + \int_{\varrho_1}^{\infty} e^{-\frac{N}{R} M_3(V)} da \right\}$$

und hierin ist

$$M_1(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha} \left\{ a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3) \right\} + M(\Sigma)$$

$$M_2(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha} \left\{ a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3) \right\} + \underset{a}{M}(\Sigma)$$

$$M_3(V) = \frac{4\pi}{\sin\alpha} \left\{ a\, M(\varrho^2) - \frac{2}{3\pi} M(\varrho^3) \right\}$$

und im vorliegenden Falle:

$$\dot{M}(\Sigma) = \frac{1}{\varrho_1 - \varrho_0} \cdot \int_{\varrho_0}^{\varrho_1} \Sigma\, d\varrho; \qquad \underset{a}{M}(\Sigma) = \frac{1}{\varrho_1 - \varrho_0} \cdot \int_a^{\varrho_1} \Sigma\, d\varrho$$

Durch Einführung der oben benutzten Function Φ_1 und wenn man setzt

$$a = \varrho_0 \sin \varphi_0 = \varrho_1 \sin \varphi$$

hat man

$$\int_a^{\varrho_1} \Sigma \, d\varrho = \frac{\varrho_1^4}{\sin \alpha} \cdot \left\{ \frac{32\pi}{3} \Phi_1(\varphi) - \frac{4\pi}{3} \sin \varphi + \frac{2}{3} \right\}$$

$$\int_a^{\varrho_0} \Sigma \, d\varrho = \frac{\varrho_0^4}{\sin \alpha} \cdot \left\{ \frac{32\pi}{3} \Phi_1(\varphi_0) - \frac{4\pi}{3} \sin \varphi_0 + \frac{2}{3} \right\}$$

Setzt man nun noch

$$\frac{\varrho_0}{\varrho_1} = \lambda$$

$$\delta = \frac{32\pi}{3R} \frac{\varrho_1^3}{1-\lambda}; \qquad \frac{N\delta}{\sin \alpha} = x$$

so findet man

$$\left. \begin{aligned} Q = \frac{\Gamma' \varrho_1}{N\delta} \Bigg\{ & x \int_0^{\sin\varphi = \lambda} \cos \varphi \, d\varphi \, e^{-x[\Phi_1(\varphi) - \lambda^4 \Phi_1(\varphi_0)]} \\ & + x \int_{\sin\varphi=\lambda}^{\frac{\pi}{2}} \cos \varphi \, d\varphi \, e^{-x\left[\Phi_1(\varphi) - \frac{1}{8}\lambda^3 \sin\varphi + \frac{1}{16\pi}\lambda^4\right]} + \frac{8}{1-\lambda^3} e^{-\frac{x}{16\pi}\left[2\pi(1-\lambda^3) - (1-\lambda^4)\right]} \Bigg\} \end{aligned} \right\} (3)$$

Eine an sich belanglose, aber für die numerische Rechnung zu empfehlende Umgestaltung erhält man, wenn man setzt

$$\mu = \frac{2\pi - 1}{2\pi(1-\lambda^3) - (1-\lambda^4)}; \qquad \nu = \frac{6\pi - 4}{6\pi - 3} \cdot (1 - \lambda^3); \qquad x = \frac{3\mu\nu}{1-\lambda^3} y$$

$$\Psi = 2 \cdot \frac{3\pi - 2}{2\pi - 1} \cdot \Phi_1 = \frac{3\nu\Phi_1}{1-\lambda^3}; \quad \text{also } \mu y \Psi = x \Phi_1$$

Dann wird

$$Q = \frac{3\Gamma' \varrho_1}{(1-\lambda^3) N\delta} \left\{ y\mu\nu [I + II] + \frac{8}{3} e^{-y\frac{3\pi-2}{8\pi}} \right\} \qquad (4)$$

worin:

$$I = \int_0^{\sin\varphi=\lambda} \cos\varphi\, d\varphi \cdot e^{-y\mu\left[\Psi(\varphi) - \lambda^4 \Psi(\varphi_0)\right]}$$

$$II = \int_{\sin\varphi=\lambda}^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi\, d\varphi \cdot e^{-y\mu\left[\Psi(\varphi) - \frac{3\nu\lambda^3}{16\pi(1-\lambda^3)}(2\pi\sin\varphi - \lambda)\right]}$$

Man kann schliesslich schreiben:

$$I = \int_0^{\sin\varphi=\lambda} \cos\varphi\, d\varphi \cdot e^{-y\mu X}$$

$$II = \int_{\sin\varphi=\lambda}^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi\, d\varphi \cdot e^{-y\mu Y}$$

$$X = \Psi(\varphi) - \lambda^4 \Psi(\varphi_0); \qquad Y = \Psi(\varphi) - \frac{\lambda^3(3\pi - 2)}{4(2\pi - 1)}\left[\sin\varphi - \frac{\lambda}{2\pi}\right]$$

Man kann auch die obigen Integrale auf die Kramp'sche Form zurückführen, wenn man in Ψ die höheren als die dritten Potenzen von $\sin\varphi$ vernachlässigt. Doch habe ich, um den abzuleitenden Satz in aller Strenge aufstellen zu können, von dieser Reduction nur bei dem Integrale I und zwar für sehr grosse y Gebrauch gemacht, da hier irgend welche Bedenken über die allgemeine Zulässigkeit derselben nicht entstehen können. Eine einfache Rechnung ergiebt nun:

$$X = \frac{3}{8\pi} \cdot \frac{3\pi - 2}{2\pi - 1}\left\{\frac{\pi}{3}(1 - \lambda^3)\sin\varphi + (1 - \lambda^2)\sin^2\varphi\right\}$$

und hiermit

$$y\mu\nu I = \frac{32}{3} T e^{T^2} \cdot \int_T^{T'} e^{-\xi^2} d\xi$$

wobei:

$$\beta = \frac{3}{\pi}\,\frac{1-\lambda^2}{1-\lambda^3}; \quad T = \sqrt{\frac{3\,\mu\,\nu\,y}{64\,\beta}}; \quad T' = T(1 + 2\,\beta\,\lambda) \tag{5}$$

Die strengen Werthe (4) wurden nun auf mechanischem Wege und zwar wieder nach der Gauss'schen Methode mit Rücksicht auf die in der Abhandlung I ausführlicher erörterten Vorsichtsmaassregeln berechnet. Diese zum Theil nicht einfachen Rechnungen hat grösstentheils Herr Dr. Anding ausgeführt. Man nenne $\mathfrak{C}(y)$ die in (4) vorkommende Klammergrösse, und es möge im Folgenden, wie früher, die Grösse $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(y)} = \log \mathfrak{C}_1$ eingeführt werden. Für λ wurden die 3 Werthe angenommen:

1) $\lambda = \sin 24^0$; 2) $\lambda = \sin 38^0$; 3) $\lambda = \sin 54^0$

Hiermit ergab sich

	1)	2)	3)
$\log \mu$	0.03378	0.12514	0.34550
$\log \nu$	9.94145	9.85629	9.64424

Von den weiteren Rechnungen theile ich nur einen Auszug der auf 4 Stellen abgekürzten Tafeln der Grössen Ψ, X und Y mit.

Ψ

φ	Ψ		φ	Ψ		φ	Ψ		φ	Ψ		φ	Ψ	
0°	0.0000	63	20°	0.0786	92	40°	0.1718	88	60°	0.2484	59	80°	0.2901	19
2	0.0063	68	22	0.0878	94	42	0.1806	86	62	0.2543	56	82	0.2920	15
4	0.0131	71	24	0.0972	94	44	0.1892	84	64	0.2599	52	84	0.2935	11
6	0.0202	75	26	0.1066	94	46	0.1976	82	66	0.2651	48	86	0.2946	6
8	0.0277	78	28	0.1160	95	48	0.2058	79	68	0.2699	44	88	0.2952	2
10	0.0355	81	30	0.1255	94	50	0.2137	76	70	0.2743	40	90	0.2954	
12	0.0436	84	32	0.1349	94	52	0.2213	72	72	0.2783	35			
14	0.0520	87	34	0.1443	93	54	0.2285	70	74	0.2818	32			
16	0.0607	89	36	0.1536	91	56	0.2355	67	76	0.2850	27			
18	0.0696	90	38	0.1627	91	58	0.2422	62	78	0.2877	24			
20	0.0786		40	0.1718		60	0.2484		80	0.2901				

$\lambda = \sin 24^0$

φ	X	Δ	φ	X	Δ	φ	Y	Δ	φ	Y	Δ	φ	Y	Δ	φ	Y	Δ
0°	0.0000	59	12°	0.0401	76	24°	0.0891	86	44°	0.1743	78	64°	0.2402	48	84°	0.2715	11
2	0.0059	62	14	0.0477	80	26	0.0977	88	46	0.1821	76	66	0.2450	45	86	0.2726	5
4	0.0121	66	16	0.0557	81	28	0.1065	87	48	0.1897	74	68	0.2495	41	88	0.2731	2
6	0.0187	68	18	0.0638	83	30	0.1152	87	50	0.1971	71	70	0.2536	37	90	0.2733	
8	0.0255	72	20	0.0721	84	32	0.1239	87	52	0.2042	68	72	0.2573	33			
10	0.0327	74	22	0.0805	86	34	0.1326	86	54	0.2110	64	74	0.2606	80			
12	0.0401		24	0.0891		36	0.1412	85	56	0.2174	62	76	0.2636	26			
						38	0.1497	84	58	0.2236	59	78	0.2662	22			
						40	0.1581	82	60	0.2295	55	80	0.2684	17			
						42	0.1663	80	62	0.2350	52	82	0.2701	14			
						44	0.1743		64	0.2402		84	0.2715				

$\lambda = \sin 38^0$

φ	X	Δ	φ	X	Δ	φ	Y	Δ	φ	Y	Δ	φ	Y	Δ
0°	0.0000	48	18°	0.0514	67	38°	0.1203	68	58°	0.1807	48	78°	0.2156	18
2	0.0048	51	20	0.0581	67	40	0.1271	67	60	0.1855	45	80	0.2174	14
4	0.0099	53	22	0.0648	68	42	0.1338	65	62	0.1900	42	82	0.2188	12
6	0.0152	56	24	0.0716	69	44	0.1403	64	64	0.1942	40	84	0.2200	8
8	0.0208	57	26	0.0785	70	46	0.1467	62	66	0.1982	37	86	0.2208	5
10	0.0265	60	28	0.0855	70	48	0.1529	60	68	0.2019	33	88	0.2213	2
12	0.0325	61	30	0.0925	70	50	0.1589	58	70	0.2052	31	90	0.2215	
14	0.0386	63	32	0.0995	70	52	0.1647	55	72	0.2083	27			
16	0.0449	65	34	0.1065	69	54	0.1702	54	74	0.2110	25			
18	0.0514		36	0.1134	69	56	0.1756	51	76	0.2135	21			
			38	0.1203		58	0.1807		78	0.2156				

$\lambda = 54^0$

φ	X	Δ	φ	X	Δ	φ	X	Δ	φ	Y	Δ	φ	Y	Δ
0°	0.0000	30	20°	0.0350	40	40°	0.0760	40	54	0.1020	32	72°	0.1253	16
2	0.0030	31	22	0.0390	40	42	0.0800	39	56	0.1052	31	74	0.1269	15
4	0.0061	32	24	0.0430	41	44	0.0839	38	58	0.1083	30	76	0.1284	13
6	0.0093	33	26	0.0471	42	46	0.0877	37	60	0.1113	27	78	0.1297	11
8	0.0126	35	28	0.0513	42	48	0.0914	37	62	0.1140	26	80	0.1308	9
10	0.0161	36	30	0.0555	41	50	0.0951	35	64	0.1166	25	82	0.1317	7
12	0.0197	37	32	0.0596	42	52	0.0986	34	66	0.1191	22	84	0.1324	5
14	0.0234	37	34	0.0638	41	54	0.1020		68	0.1213	21	86	0.1329	3
16	0.0271	39	36	0.0679	41				70	0.1234	19	88	0.1332	1
18	0.0310	40	38	0.0720	40				72	0.1253		90	0.1333	
20	0.0350		40	0.0760										

Die mechanische Quadratur ergab nun für $\log \mathfrak{C}_1$

	$\lambda = \sin 24^0$		$\lambda = \sin 38^0$		$\lambda = \sin 54^0$	
y	$\log \mathfrak{C}_1$	R	$\log \mathfrak{C}_1$	R	$\log \mathfrak{C}_1$	R
1	0.278	0.279	0.276	0.276	0.273	0.273
2	0.257	0.259	0.254	0.255	0.250	0.250
5	0.213	0.214	0.206	0.206	0.198	0.198
10	0.164	0.165	0.156	0.156	0.148	0.148
15	0.134	0.135	0.126	0.126	0.118	0.118
20	0.113	0.114	0.106	0.106	0.099	0.098
30	0.087	0.088	0.081	0.081	0.074	0.074
40	0.071	0.072	0.066	0.066	0.060	0.061
50	0.061	0.061	0.056	0.056	0.050	0.050
60	0.052	0.052	0.048	0.048	0.043	0.044
80	0.042	0.042	0.038	0.038	0.034	0.034
100	0.035	0.035	0.032	0.031	0.029	0.028

Neben den $\log \mathfrak{C}_1$ stehen unter R die Werthe von $\log \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(z)}$ welche aus der früheren in I mitgetheilten Tafel entnommen sind mit dem Argumente z:

$$\text{für } \lambda = \sin 24^0 \ldots z = 0.704 \cdot y$$
$$= \sin 38 \ldots = 0.79 \cdot y$$
$$= \sin 54 \ldots = 0.89 \cdot y$$

Wie man sieht ist die Uebereinstimmung eine vollkommene. Wenn noch die 4. Stelle berücksichtigt wird, so sind die Differenzen zwar, wie zu erwarten, von systematischem Character, aber für practische Zwecke völlig belanglos. Dem ist noch hinzuzufügen, dass nach dem früheren (S. 61) etwas ganz ähnliches für $\lambda = 0$ gefunden worden ist. Man hatte dort nur zu setzen:

$$z = 0.65 \cdot y$$

und für $\lambda = 1$ ist dasselbe selbstverständlich der Fall, wenn man $z = y$ nimmt. Man erhält diese Quotienten $\frac{z}{y}$ sehr nahe, wenn die betreffenden Ausdrücke für $\mathfrak{C}_1$ und $\frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(z)}$ für sehr grosse Werthe von z und y mit Hülfe der Kramp'schen Form berechnet und den Quotienten der beiderseitigen Argumente so bestimmt, dass man dieselben Werthe für die ge-

nannten Grössen erhält. Es ergiebt sich so, fast vollkommen übereinstimmend mit den obigen Werthen

$$
\begin{aligned}
\text{für } \lambda &= 0 & \ldots\quad z &= 0.63 \cdot y \\
\lambda &= \sin 24^0 & \ldots\quad &= 0.70 \cdot y \\
\lambda &= \sin 38^0 & \ldots\quad &= 0.78 \cdot y \\
\lambda &= \sin 54^0 & \ldots\quad &= 0.87 \cdot y \\
\lambda &= 1 & \ldots\quad &= 1.00 \cdot y
\end{aligned}
$$

Aus den vorstehenden Rechnungen geht der Satz hervor:

Wenn die Radien ϱ der Kugeln, welche die staubförmige Masse bilden, alle möglichen Werthe zwischen ϱ_0 und ϱ_1 haben und zwar alle mit gleicher Wahrscheinlichkeit, so wird die Lichtvariation in der Nähe der Opposition vollständig durch die alte Tafel dargestellt, wenn man in sie mit einem Argumente z eingeht, welches sich von dem früheren nur durch einen constanten Factor unterscheidet.

Wenn man nun die Lichtvariation mit Hülfe der alten Tafel für $\frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(z)}$ berechnet, hierauf $z = \frac{N_0 \delta_0}{\sin \alpha}$ setzt und hieraus aus den Vergleichungen mit den Beobachtungen $N_0 \delta_0$ berechnet, so hängt dieses $N_0 \delta_0$ mit dem obigen $N\delta$ auf folgende Weise zusammen. Da näherungsweise nach (5) dieses und (2) des Artikels 7, nämlich für sehr grosse z und x, der Zusammenhang besteht

$$z = \frac{2}{9} \frac{(1-\lambda^3)^2}{1-\lambda^2} \cdot x \tag{6}$$

so ist also, da $\frac{N\delta}{\sin \alpha} = x$ gesetzt worden ist,

$$N_0 \delta_0 = \frac{2}{9} \frac{(1-\lambda^3)^2}{1-\lambda^2} \cdot N\delta; \qquad \delta = \frac{32\pi}{3R} \frac{\varrho_1^3}{1-\lambda}$$

Berechnet man aber δ_1 nach derselben Formel, welche in dem Falle, wo alle Kugeln denselben mittleren Radius ϱ_m haben, gilt, nämlich:

$$\delta_1 = \frac{32\pi}{3R} \cdot \varrho_m^3$$

so hat man zunächst zu berücksichtigen, dass:

$$\varrho_m^3 = \frac{1}{\varrho_1 - \varrho_0} \int_{\varrho_0}^{\varrho_1} \varrho^3 \, d\, \varrho = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varrho_1^3 (1 - \lambda^4)}{1 - \lambda}$$

und demzufolge

$$\delta_1 = \frac{1}{4}\, \delta\; 1 - \lambda^4)$$

und es ergiebt sich also:

$$N_0\, \delta_0 = \frac{8}{9}\, \frac{(1 - \lambda^3)^2}{(1 - \lambda^2)(1 - \lambda^4)} \cdot N\, \delta_1$$

Der Factor von $N\,\delta_1$ liegt nun, wie gleich gezeigt werden soll, zwischen 1 und $\frac{8}{9}$ und man hätte demgemäss, innerhalb dieser Genauigkeit, in roher Annäherung:

$$N_0\, \delta_0 = N\, \delta_1$$

Um das eben Gesagte zu beweisen, differentiirt man die Function

$$\varphi\,(\lambda) = \frac{(1 - \lambda^3)^2}{(1 - \lambda^2)(1 - \lambda^4)}$$

nach λ. So ergiebt sich

$$\frac{\partial\, \varphi}{\partial\, \lambda} = \frac{2\, \lambda\, (1 - \lambda^3)(1 - \lambda)^3}{(1 - \lambda^2)(1 - \lambda^4)^2}$$

Da nun $\lambda < 1$, so ist $\frac{\partial\, \varphi}{\partial\, \lambda}$ stets positiv, d. h. φ wächst fortwährend, wenn sich λ von 0 bis 1 ändert. Nun ist für $\lambda = 0$, $\varphi = 1$ und für $\lambda = 1$, $\varphi = \frac{9}{8}$, also liegt der Werth des genannten Factors in der That zwischen $\frac{8}{9}$ und 1.

Zum Schlusse habe ich noch auf den zweiten Punkt zurückzukommen, der nach den Bemerkungen am Anfange des Art. 8 einer kurzen Darlegung bedürftig ist. Es ist also noch der Einfluss, den eine nicht punctförmige Gestalt der Lichtquelle ausübt, einer Betrachtung zu unterziehen. Es ist sehr leicht, die Modificationen anzugeben, welche die im Vorstehenden entwickelten Formeln erfordern, wenn eine ausgedehnte Lichtquelle vorliegt, wenngleich die vollkommene Durchführung derselben auch Verwicklungen mit sich führt, die indessen hier zu entwickeln keine Ver-

anlassung vorliegt. Es möge die Lichtquelle eine gleichmässig helle Kreisscheibe sein, die der beleuchteten Substanz unter dem scheinbaren Radius r erscheint. Ist dann Q die nach den im Vorstehenden aufgestellten Formeln berechnete Lichtmenge, die also einer punctförmigen Lichtquelle entspricht, so wird man für die wirklich beobachtete Lichtmenge haben

$$Q_1 = \frac{1}{\pi \sin^2 r} \cdot \int Q \, ds$$

Hierbei ist die Integration auszudehnen auf alle Elemente ds der leuchtenden Scheibe. Sind α_0 und α die Winkel zwischen den Richtungen nach dem Beobachter und dem Mittelpunkte der Scheibe beziehungsweise nach einem Elemente ds derselben, und φ der Winkel, den die beiden Ebenen, in denen α beziehungsweise α_0 liegt, mit einander bilden, so ist

$$ds = \sin \alpha \, d\alpha \cdot d\varphi$$

Ferner ist nach dem Früheren Q näherungsweise dargestellt worden in der Form

$$Q = (\sin A + \sin A') \cdot F(\alpha)$$

wo F eine bekannte Function von α ist. Es ist also

$$Q = \frac{1}{\pi \sin^2 r} \cdot \int\int (\sin A + \sin A') \, F(\alpha) \cdot \sin \alpha \, d\alpha \, d\varphi$$

Wenn nun der Einfachheit wegen wieder die Verhältnisse des Saturnringes festgehalten werden und wenn (wie in I) δ den Winkel bezeichnet, den die Ebene Saturn — Erde — Sonnenelement mit der auf dem Saturnringe senkrechten Ebene bildet, in welcher die Erde liegt und δ_0 dasselbe für den Mittelpunkt der Sonne, so ist

$$\delta = \delta_0 + \varphi$$

und

$$(\sin A + \sin A') = 2 \sin A \cos^2 \tfrac{1}{2} \alpha + \cos A \sin \alpha \cos (\delta_0 + \varphi)$$

Die vollständige Integration auszuführen, wäre complicirt. Es ist dies aber nicht nöthig, um zu erkennen, dass bei Saturn die Lichtcurve nur wenig geändert werden kann. Vom Saturn aus gesehen erscheint der Sonnenradius unter einem Winkel von 1:7. Es kann sich demnach

die Lichtcurve nur um kleinere Beträge ändern als entstehen, wenn man in den nach dem Argumente α geordneten Tabellen das α um 1.'7 ändert. Es werden sich dann nur diejenigen Theile der Curve etwas ändern, für welche α sehr klein ist, und dies auch nur dann, wenn $N\delta$ klein ist, die Masse also dünn vertheilt ist. In diesem Falle, was beim dunklen Saturnring eintreten kann, wird die Ausdehnung der Sonne eine merkbare Wirkung auf die berechnete Lichtvariation ausüben. Diese Wirkung ist **ausgleichender** Natur, indem die schnellen Uebergänge gemildert werden. Bemerkbar wird dies sein bei der eigenthümlichen fast plötzlich eintretenden Lichtzunahme, die in Art. 5 (S. 33) besprochen worden ist.

Druckfehler:

Seite 16 in Formel (1) im Factor vor der Klammer lies sin A statt sin α.

Tabellen.

I.

φ	Φ		φ	Φ		φ	Φ	
0°	0.00000	331	30°	0.12296	456	60°	0.24576	314
1	331	338	31	12752	455	61	24890	305
2	669	345	32	13207	455	62	25195	296
3	1014	352	33	13662	455	63	25491	286
4	1366	359	34	14117	453	64	25777	276
5	1725	365	35	14570	452	65	26053	267
6	2090	372	36	15022	450	66	26320	258
7	2462	378	37	15472	447	67	26578	247
8	2840	385	38	15919	445	68	26825	238
9	3225	390	39	16364	443	69	27063	227
10	3615	396	40	16807	439	70	27290	216
11	4011	401	41	17246	435	71	27506	206
12	4412	407	42	17681	432	72	27712	195
13	4819	412	43	18113	427	73	27907	185
14	5231	417	44	18540	423	74	28092	175
15	5648	421	45	18963	419	75	28267	163
16	6069	426	46	19382	413	76	28430	152
17	6495	430	47	19795	408	77	28582	141
18	6925	433	48	20203	402	78	28723	131
19	7358	437	49	20605	396	79	28854	119
20	7795	440	50	21001	390	80	28973	108
21	8235	444	51	21391	383	81	29081	96
22	8679	446	52	21774	377	82	29177	85
23	9125	448	53	22151	369	83	29262	74
24	9573	451	54	22520	362	84	29336	63
25	10024	452	55	22882	355	85	29399	51
26	10476	453	56	23237	347	86	29450	40
27	10929	455	57	23584	339	87	29490	29
28	11384	456	58	23923	331	88	29519	17
29	11840	456	59	24254	322	89	29536	6
30	12296		60	24576		90	29542	

II.

x	$\mathfrak{A}(x)$	$\mathfrak{B}(x)$	x	$\mathfrak{A}(x)$	$\mathfrak{B}(x)$
0.0	0.0000	2.6667	10	3.7345	0.1390
0.5	0.4684	2.3005	12	3.9178	0.0770
1.0	0.8796	1.9846	14	4.0547	0.0426
2	1.5604	1.4770	16	4.1605	0.0236
3	2.0902	1.0992	18	4.2458	0.0131
4	2.5048	0.8180	20	4.3179	0.0072
5	2.8332	0.6088	22	4.3783	0.0040
6	3.0942	0.4531	24	4.4308	0.0022
7	3.3045	0.3372	26	4.4780	0.0012
8	3.4764	0.2509	28	4.5189	0.0007
9	3.6168	0.1868	30	4.5568	0.0004
10	3.7345	0.1390			

III.

$$M = \frac{\mathfrak{C}(\infty)}{\mathfrak{C}(z)}$$

z	$\log M$		z	$\log M$		z	$\log M$		z	$\log M$		z	$\log M$	
0.0	0.3010	163	10.0	0.1389	37	20	0.0910	29	80	0.0311	16	200	0.0136	43
0.5	0.2847	147	10.5	0.1352	35	21	0.0881	28	85	0.0295	15	300	0.0093	22
1.0	0.2700	134	11.0	0.1317	32	22	0.0853	25	90	0.0280	13	400	0.0071	14
1.5	0.2566	121	11.5	0.1285	30	23	0.0828	25	95	0.0267	11	500	0.0057	9
2.0	0.2445	111	12.0	0.1255	29	24	0.0803	23	100	0.0256	20	600	0.0048	7
2.5	0.2334	101	12.5	0.1226	28	25	0.0780	22	110	0.0236	18	700	0.0041	5
3.0	0.2233	93	13.0	0.1198	27	26	0.0758	20	120	0.0218	15	800	0.0036	4
3.5	0.2140	85	13.5	0.1171	26	27	0.0738	19	130	0.0203	13	900	0.0032	3
4.0	0.2055	79	14.0	0.1145	24	28	0.0719	19	140	0.0190	12	1000	0.0029	14
4.5	0.1976	74	14.5	0.1121	23	29	0.0700	17	150	0.0178	10	2000	0.0015	8
5.0	0.1902	68	15.0	0.1098	22	30	0.0683	74	160	0.0168	8	4000	0.0007	2
5.5	0.1834	63	15.5	0.1076	22	35	0.0609	60	170	0.0160	8	6000	0.0005	1
6.0	0.1771	59	16.0	0.1054	21	40	0.0549	49	180	0.0152	8	8000	0.0004	1
6.5	0.1712	55	16.5	0.1033	19	45	0.0500	40	190	0.0144	8	10000	0.0003	
7.0	0.1657	52	17.0	0.1014	19	50	0.0460	34	200	0.0136				
7.5	0.1605	49	17.5	0.0995	18	55	0.0426	30						
8.0	0.1556	45	18.0	0.0977	17	60	0.0396	25						
8.5	0.1511	43	18.5	0.0960	17	65	0.0371	22						
9.0	0.1468	40	19.0	0.0943	17	70	0.0349	20						
9.5	0.1428	39	19.5	0.0926	16	75	0.0329	18						
10.0	0.1389		20.0	0.0910		80	0.0311							

Eine

Elephantenhöhle Siciliens

und

der erste Nachweis des Cranialdomes von Elephas antiquus.

Von

Hans Pohlig.

(Mit 5 Tafeln und 4 Textfiguren.)



Vorwort.

Als im Laufe dieses Jahres meine Monographieen über „Dentition und Kranologie des Elephas antiquus"[1]), sowie über „die diluvialen Cerviden"[2]) zum Abschluss gediehen waren, kannte man wenig über fossile Säugethiere Siciliens; im Wesentlichen war es nur das, was ich in dem erstgenannten Werke über fossile Elephanten aus den Schriften von Falconer[3]), de Anca e Gemmellaro[4]), sowie von Leith-Adams[5]), und aus eigenen Studien nach Gypsabgüssen und nach Originalen des Museums von Padua zusammengefasst habe. In der anderen Monographie fügte ich Einiges über fossile Hirschreste aus Sicilien hinzu, welche sich in der zuletzt genannten Sammlung befinden.

Erst als der Druck meiner beiden angeführten Werke schon beendet war, erfuhr ich durch meinen verehrten Freund Capellini in Bologna, — dessen immer an erster Stelle dankbar zu gedenken ist, wenn es sich um meine palaeontologischen Forschungsergebnisse in Italien handelt, — dass er gelegentlich eines Besuches in Palermo dort noch nicht beschriebene Elephantenreste in sehr grosser Menge gesehen hatte, die einer Untersuchung sehr werth seien. Nach dem vorher in der Literatur Bekannten hatte ich eine Reise zur Erforschung fossiler Säugethierreste in Sicilien nicht für lohnend halten können.

Meine sofort infolge jenes Briefes ausgeführte Fahrt nach Palermo übertraf in der That meine kühnsten Erwartungen. Nicht nur sind in dem dortigen Museum höchst werthvolle Materialien von diluvialen Säugethieren aufgeschichtet, in so beträchtlicher Menge, dass man in dieser

1) Nova Acta Acad. Leopold. Carol. Halle, LIII, 1888, LVII, 1892.
2) K. A. von Zittel's Palaeontographica XXXIX, 1892.
3) Palaeontological memoirs ed. Murchison, London 1868.
4) Elefanti fossili d. Sicilia, Palermo 1867; bull. soc. géol. de France XI. 1860, pag. 684, etc.
5) „British fossil elephants" in Palaeontographical society, London 1877.

Hinsicht fast an die Verhältnisse der Florentiner Sammlung erinnert wird; auch der Fundort aller dieser Schätze, die Höhle von Carini, enthielt noch solche Fossilreste in grösstem Ueberfluss und bietet höchst bemerkenswerthe, auch geologische Vorkommnisse.

Und jene ganze Ausbeute befindet sich, nach den Mittheilungen des Höhlenbesitzers von Carini, bereits seit 1868 in dem Museum von Palermo! Wäre nicht Capellini zufällig dorthin gekommen, wer weiss, wie lange noch die Kunde von der Elephantenhöhle der wissenschaftlichen Welt vorenthalten geblieben wäre. Noch jetzt sind die Vorräthe an Knochen, Zähnen und Schädeln gar nicht gesichtet; nur einen verhältnissmässig kleinen Theil hat man in der Sammlung aufzustellen vermocht, alles Uebrige befindet sich noch aufgestapelt in den Magazinen. Es kann daher auch meine Absicht nur sein, einige wesentliche Gegenstände vorläufig aus dem Ganzen hervorzuheben; umfassendere Beschreibungen und Abbildungen, vorerst aber eine würdige Aufstellung des gesammten Materiales könnte wohl nur mit besonderer Unterstützung der Regierung erreicht werden, welche seinerzeit ja auch in der Florentiner Sammlung in dankenswerthester Weise eingegriffen hat. Noch fehlt es zudem in Palermo zu sehr an Literatur und dem unentbehrlichsten Vergleichsmaterial, um eine fruchtbringende Bearbeitung, nur von diesem Gesichtspunkt aus, für den dort Einheimischen zu ermöglichen.

Die für nachfolgende Mittheilung getroffene Auswahl umfasst die wichtigsten unter den Ergebnissen der Ausgrabungen in der Elephantenhöhle von Carini: die geologischen Verhältnisse, den ersten Nachweis von dem Bau des Schädelgipfels des *Elephas antiquus*, und die Entdeckung einer diminutiven Edelhirschrasse, in der hier angegebenen Reihenfolge. Den Beschreibungen der Elephantenschädel habe ich einige Bemerkungen über die Dentition, auch über diejenige des Taubacher *Elephas antiquus*, und dem Abschnitt über die Hirsche Einiges über daselbst aufgefundene Bovidenreste hinzugefügt. Herrn Professor Gemmellaro in Palermo bin ich für die Oeffnung seines Museums und Herrn Orlando in Carini für die Beihilfe zur Erforschung der Höhlenverhältnisse zu Dank verbunden.

Bonn, im December 1892.

H. Pohlig.



I.

Geologische Verhältnisse der Elephantenhöhle von Carini.

Die mesozoischen Kalke, welche meist in steil abstürzenden und oft hohen Wänden einen grossen Theil der sicilischen Küstenlinie, namentlich des Nordens bilden, und der letzteren malerischen Reiz vorzugsweise bedingen, sind reich an grösseren und kleineren Höhlenvorkommnissen. Dieselben liegen meist an jenen Steilgehängen der Felsen nach dem Meere zu, zuweilen horizontal in gerader Linie zu mehreren nahe bei einander, wie ich es an einer Eisenbahnstation zwischen Palermo und Carini gesehen habe; eine solche Anordnung lässt auf das Vorhandensein bestimmter Kalkbänke von besonderer Neigung zu Cavernosität, oder aber auf lange dauernden Stand der aushöhlenden Brandung in jener Höhe schliessen.

Aus der Umgebung von Palermo und Syracus waren manche sicilische Höhlen schon früher durch die in denselben gemachten palaeontologischen Erfunde bekannt geworden, wie diejenigen von San Ciro, San Theodoro, Santa und Maccagnone, welche in den oben angegebenen Schriften erwähnt sind; es ist mir wegen der Häufigkeit dieser Vorkommnisse auf Sicilien und ihres Reichthumes an Elephantenknochen daselbst sogar wahrscheinlich, dass schon der alte Sicilianer Empedokles von Agrigent, im 4. Jahrhundert v. Chr., solche Knochenhöhlen und deren Fossilreste dort gekannt hat, und dass die alte Sage von Riesengebeinen [1]), welche auf jenen Naturphilosophen zurückgeführt wird, sonach zuerst von den Elephantenknochen Siciliens sich herschreibe: es ist mir dies umsomehr glaubhaft, als nachweislich die Alten schon in sehr früher Zeit [2]) in derartigen Höhlen gegraben haben (s. u.), — freilich nicht nach den Knochen, wie man das heute thut, sondern umgekehrt, — um den bereits vorhandenen neue, in ihren Begräbnissurnen enthaltene, beizufügen.

1) Bekanntlich war diese Sage, noch gestützt durch das Vorkommen der erratischen Blöcke, bis an das Ende des 17. Jahrhunderts das allgemeine Hilfsmittel zur Erklärung von Funden grosser fossiler Säugethierknochen, und leitete auch Scheuchzer bei der Entdeckung seines „Andrias" irre.

2) Bereits die uralte, in Homer's Gesängen mitgetheilte Tradition verlegt den Wohnsitz der Riesen, der „Kyklopen", nach den Küsten Siciliens.

Auch die Grotta di Pontale von Carini hatte ich in meinen beiden, oben angeführten Werken bereits, gelegentlich einiger Erfunde von dort, welche dem Museum in Padua gehören, zu erwähnen; jedoch findet sich in beiden Monographieen die (infolge der undeutlichen Schriftzüge des Nachweises in diesem Museum) irrige Lesart „Canini“ statt Carini. Dieses Städtchen, malerisch nahe dem gleichnamigen Meerbusen gelegen, ist Eisenbahnstation etwa 30 Kilometer westlich von Palermo an der Strasse nach Trapani; die genannte Höhle befindet sich eine kleine Wegstunde weiter westlich in nur etwa 20 Meter Höhe über dem Meeresspiegel, ist aber heute von der Küste noch durch eine fruchtbare Ebene getrennt.

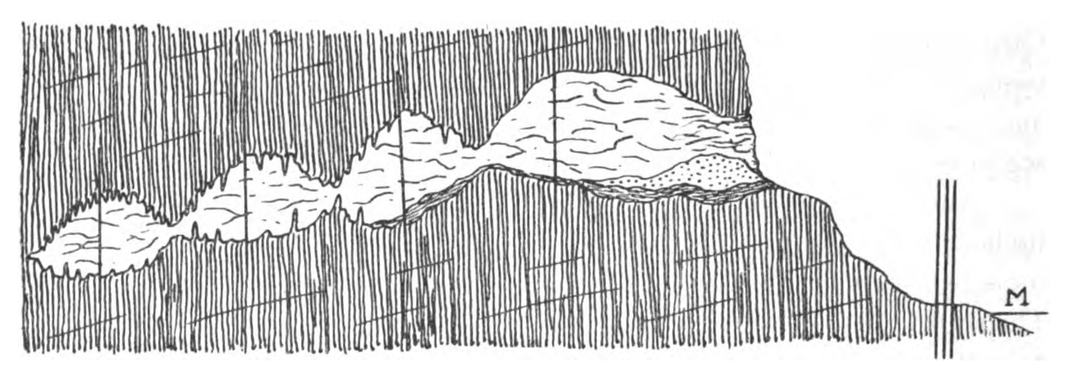


Fig. 1. Idealer Vertical-Längsschnitt der Grotte von Carini, in ca. 1/1000.

Mesozoischer Kalk, hellgrau. — Brauner Thon (Eluvium). — grobes, marines Conglomerat des mittleren Plistoraen, eisenschüssig und knochenreich.

M = Meeresspiegel. Die isolirten Verticalstriche bedeuten geringe Verkürzungen.

Den Höhleneingang bildet ein weites Felsenthor von den Dimensionen eines geräumigen Zimmers, unmittelbar in das vorderste grosse Gewölbe der Grotte führend. Wie die beifolgende Skizze erläutert, besteht das Ganze aus 4 grösseren Kammern, welche aufeianderfolgend nach innen zu jedesmal etwas tiefer liegen und durch ganz enge Commissuren mit einander in Verbindung sind; letztere lassen nur mühsames Durchkriechen für erwachsene Personen zu. Die vorderste Kammer ist so geräumig, dass dieselbe bequem als Aufenthaltsort für eine Elephantenherde dienen könnte, und hat keine Tropfsteingebilde; die übrigen Ge-

wölbe besitzen der letzteren, — und zwar die hinterste in grösster Menge, — sind aber sämmtlich weniger umfangreich.

Der Boden der Eingangskammer ist zum grössten Theil — und theilweise auch noch derjenige der anschliessenden Kammer — mit zähem, plastischem Thon von dunkelgrauer, auch gelblicher und eisenschüssiger Färbung bis zu mehreren Fussen Tiefe bedeckt, welcher, augenscheinlich eluvialer Entstehung, der Auslaugungsrückstand des Kalkes ist, und sonach unseren Höhlenlehmen entspricht, auch gleich diesen die Knochen, Schädel und Zähne von Diluvialthieren enthält, besonders aber von Elephanten und Hirschen, welche zweifellos das bequeme Gemach als Unterschlupf gegen Verfolgung, Witterungsunbilden und bei Altersschwäche benutzt hatten. Aus den Erhaltungszuständen ist ersichtlich, dass ursprünglich theilweise auch diejenigen Fossilreste, welche gegenwärtig in den, jenen Thon überlagernden Schichten noch liegen oder bereits gefunden wurden, in solchem sich befunden haben und nur durch Zerstörung ihrer ehemaligen Lagerstätte in die jetzige gerathen sind; es geht dies ebensowohl aus der dunkleren Färbung, dem mehr fragmentären oder abgerollten Gepräge dieser höher lagernden Skelettheile, wie aus dem Vorhandensein von entsprechendem plastischen Thon in Hohlräumen solcher hervor.

Nur in dem vorderen Gewölbetheil, nahe dem Eingange, scheint der Thon Fossilreste in grösserer Menge beherbergt zu haben; und auch nur in geringer Erstreckung von dem Eingang aus nach innen hat der Thon jene 1 bis 2 m Dicke erreichende Ueberlagerung (s. die Figur), mit einer Schicht, welche nichts anderes sein kann, als ein Erzeugniss der Brandung des Meeres; letzteres hat sonach längere Zeit hindurch das Höhlengewölbe bespült. Es ist diese Schicht ein sehr grobes Conglomerat von Kalksteingeröllen, die je meist grösser als ein Kopf sind, durcheinander mit Skelettbruchstücken von Elephanten, Hirschen und anderen Thieren in grösster Menge, und verkittet durch ein in frischem, feuchtem Zustand meist sehr festes, ockerfarben thoniges und durch metallische oder Kalklösung gehärtetes Bindemittel, — eine innige Vermischung des durch die Brandung aufgearbeiteten, vorher abgesetzt gewesenen Knochenthones mit den durch die Wellen losgelösten, abgerundeten und herangerollten Bestandtheilen von der kalkigen Felsküste.

In anschaulichster Weise tragen die meisten der so massenhaft jenem Conglomerat eingebetteten Skelettfragmente die Wirkung des Spieles der Wogen mit den Geröllen zur Schau. In sehr vielen dieser Bruchstücke ist das eine Ende oder die eine Seite unversehrt oder scharfkantig abgebrochen, während das andere abgerollt, geglättet, wie weggehobelt oder gar ausgemuldet ist; diese Reste haben offenbar theilweise in Conglomerat bereits festgepackt gelegen, anderentheils sind sie gleichzeitig der Einwirkung in Bewegung befindlicher Rollsteine noch ausgesetzt gewesen. Das auf beifolgender Tafel IV in Fig. 1 theilweise dargestellte Kieferfragment meiner Sammlung ist an dem vorderen Ende abgerollt, an dem hinteren hat es scharfkantige alte Bruchflächen; das in Tafel IV, Fig. 7 abgebildete Geweihstück ist oben scharfkantig abgebrochen, die entgegengesetzte Bruchfläche und diejenige der Seitensprossen sind abgerollt, die nicht dargestellte Geweihfläche ist theilweise abgehobelt und geglättet, ein Theil der Rose und des Schädelnathrandes ist je muldenförmig glatt herausgeschnitten. Der in Tafel III, Fig. 5 wiedergegebene Hornzapfen von *Bison* hat etwa auf seiner halben Länge ebenfalls einen kleinen, muldenförmigen Ausschnitt. Welcher Geologe würde nicht durch diese Erscheinungen an die bekannten „Gerölle mit Eindrücken“ erinnert, welche besonders in den alpinen Nagelfluebildungen so charakteristisch und häufig sind! Auch an diesen mögen, theilweise wenigstens, mechanische Einwirkungen fremder Gerölle vorzugsweise die eigenthümlichen Eindrücke erzielt haben[1]).

Die Säugethierreste sind in der Conglomeratschicht der Grotta di Pontale fast alle defect, abgesehen von Elephantenzähnen, welche sehr widerstandsfähig und daher häufiger ganz sind; besonders von den zierlichen dünnen Hirschgeweihen hat aber kaum eines dem Anprall der Rollsteine widerstehen können, erstere sind fast alle in zahlreiche Stücke zerbrochen. Abgesehen von dieser Zerstörung durch die Gerölle in dem Conglomerat ist der Erhaltungszustand der Reste in der Grotte von Carini als ein hervorragend guter zu bezeichnen; die letzteren sind nicht spröde

1) Auch der von mir in den „Nova Acta“ 1892 Tafel B Fig. 3 gezeichnete, muldenförmige Ausschnitt an einem sibirischen Mammutstosszahne möchte nunmehr aus solchen natürlichen, mechanischen Einwirkungen zu erklären sein. Manche Knochen von Carini sind reichlich mit grossen und kleinen Geröllleindrücken genarbt, — völlig wie Geschiebe vom Rigi.



und zerbrechlich oder rissig, sondern von grosser Consistenz und fast gar nicht calcinirt, was wohl hauptsächlich der wasserdichten Einbettung in Thonhülle und den luftigen Verhältnissen der Lagerstätte zuzuschreiben ist. In unseren Höhlen findet man ähnliche günstige Erhaltungszustände, namentlich im Gegensatz zu den meisten Fluviatildepositen, auch vor; doch unterscheiden sich die Knochen von Carini von allen unseren Höhlenfunden meist durch dunkle Färbung, da die erstgenannten aus den ockerigen Bestandtheilen des Thones eine bräunlichgraue bis dunkelbraune Farbe angenommen haben. Die Skeletttheile aus der Grotta di Pontale sind nach alledem in ihrem Aussehen sehr wesentlich verschieden von den früher bekannt gewordenen, diluvialen Säugethieren Siciliens und auch Malta's, welche stets hell, oft zugleich durch die sehr verbreitete Rotheisenerde der Mittelmeergegenden etwas röthlich gefärbt sind, auch in der ungünstigen brüchigen Beschaffenheit sich in den Erhaltungszuständen den bekannten der mediterranen Knochenbreccie anreihen.

In der Höhle von Carini dagegen sind in den tieferen Lagen infolge der geschilderten guten Consistenz der Knochensubstanz die Reste grösstentheils sehr vollständig erhalten: ganze Schädel, nur wenig beschädigt, sind in beträchtlicher Anzahl ausgegraben worden (s. u. palaeontologische Beschreibung), und ein wahres Magazin völlig unversehrter Stosszähne hat man dort ausgehoben und meist dem Museum von Palermo einverleibt. Es geht aus diesem Funde mit Gewissheit hervor, dass die Thiere ungestört einen längeren Zeitraum hindurch in zahlreichen aufeinander folgenden Generationen in der Höhle gehaust haben und gefallen sind; die Ueberreste rühren fast alle von erwachsenen Thieren her.

In grösster Menge liegen die Skelettheile von *Elephas (antiquus) Melitae* Falc., der einzigen von da nachweisbaren Elephantenform, und einer ebenfalls zwerghaft degenerirten Edelhirschrasse, dem unten beschriebenen *Cervus (elaphus) Siciliae* Pohl., aus der Höhle von Carini vor, von welchen Thieren das aufgefundene Material so umfangreich ist, dass man aus demselben mehrere vollständige Skelette wird zusammenstellen können. Weniger vorwaltend, aber ebenfalls sehr häufig, sind Ueberreste von *Bos (taurus) Primigenii* Boj. und *Bison priscus* Boj.; ferner sind Spuren der *Hyaena spelaea* Goldf. vorhanden, die als eine

Art von Sanitätspolizei wohl überall geduldet wurde. Sonstige Arten habe ich bisher von dort nicht nachweisen können, doch wird eine umfassende Durcharbeitung der gewaltigen Vorräthe sicherlich noch manches Neue zu Tage fördern. Besonders hervorhebenswerth ist der Nachweis von roh gearbeiteten Steinwerkzeugen und Erzeugnissen der Keramik in der Grotta di Pontale, welche in der Conglomeratschicht innig mit dem Uebrigen gemischt und verkittet vorkommen. Gleichwohl kann es nicht zweifelhaft sein, dass, die keramischen Producte wenigstens sicherlich, durch späteres künstliches Aufarbeiten der Schicht in dieselbe gelangt und durch die stets circulirende Kalk- und Eisenlösung bald mit dem Ganzen verfestigt worden sind.

Auf Grund der im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen würden folgende Epochen in der Geschichte der Elephantenhöhle von Carini sich erweisen, in Verbindung mit Ergebnissen meines angeführten Werkes über *Elephas antiquus:*

1. Entstehung der Grotta di Pontale (und zahlloser anderer Knochenhöhlen) in vordiluvialer Zeit durch chemische Auslaugungsprocesse; Rückstand von plastischem Thon auf dem Boden der Höhle.

2. Landverbindung zwischen Sicilien und Italien einerseits, Afrika andererseits, und Einwanderung der grossen Säugethiere, gegen das Ende der ersten diluvialen Glacialperiode.

3. Erneutes säculares Steigen des Meeresspiegels zu Beginn der diluvialen Interglacialzeit, erneute Isolation Siciliens, Ausbildung von diminutiven Formen grosser Säugethierarten, Anhäufung von Skelettheilen solcher auch in der Grotta di Pontale, einem Zufluchtsort namentlich für Elephanten, Edelhirsche und Rinder.

4. Fortgesetztes säculares Steigen des Meeresspiegels, auf dem Culminationspunct der diluvialen Interglacialzeit, bis zu höherem Wasserstand als jetzt; Bespülung des Bodens der Höhle durch die Wogen, Vermengung der Säugethierreste mit dem plastischen eluvialen Thon, nahe an dem Grotteneingang; nach weiterem Steigen des Wassers Ablagerung der Geröllschicht daselbt und Mischung derselben mit einem Theile des Knochenthones.

5. Dem heutigen ähnlicher Stand des Meeresspiegels in der postglacialen prähistorischen Periode, Besiedelung der Grotta di Pontale durch eine prähistorische Menschenrasse. Benutzung des Höhleneinganges als Beisetzungsplatzes für Todtenurnen in späterer — vielleicht schon in älterer historischer — Zeit.

II.

Palaeontologische Bemerkungen.

1. Elephas (antiquus) Melitae Falc.

In meiner angeführten Monographie des *Elephas antiquus* habe ich zuerst nachgewiesen, dass die Angaben de Anca's und Gemmellaro's von *Elephas armeniacus* und *E. africanus* aus Sicilien, ebenso die Artbezeichnungen *E. Falconeri* von Busk[1]) und *E. mnaidriensis* von L. Adams[2]) aus Malta auf Irrthum beruhen, und dass der „*Elephas melitensis*“ von Falconer nichts anderes ist, als eine insulare Diminutivrasse des Urelephanten, *Elephas antiquus*, für welche ich daher die Bezeichnung *E. (antiquus) Melitae* Falc. vorschlug. Zugleich erbrachte ich die ersten Nachweise der Thatsache, dass die gleiche Zwergelephantenrasse, wenn auch nicht bis zu gleich extremer Grössenreduction, wie auf dem kleinen Malta, auch auf Sicilien und in anderen Mittelmeergegenden gelebt hat.

Meine später erfolgte Untersuchung der in der Höhle von Carini ausgegrabenen Massen von Elephantenresten hat die in Vorstehendem angedeuteten Hauptpuncte meiner früheren Forschungsergebnisse in vollem Umfange bestätigt, und neue Thatsachen von grösstem Interesse hinzugefügt. Deren wichtigste, der erste Nachweis von dem Bau des Schädelgipfels des *Elephas antiquus*, liefert zugleich den Beweis, dass auch der „*Elephas namadicus*“ Falconer's, gleich wie ich es von des letzteren „*E. hysudricus*“ gezeigt habe, keine selbständige Species ist, nur als Rasse von dem europäischen Vertreter der gleichen Art abge-

1) Transactions of the zoolog. soc. London 1868, VI., p. 5, No. 10.
2) *Ibid.* vol. IX, p. 1. 1877.

trennt werden kann — für den „*E. namadicus*“ aber dies der *Elephas antiquus* thatsächlich ist. Das musste bereits vor der Kenntniss von dem Schädelbau europäischer Vertreter dieser Species L. Adams aus dem Bau der Molaren und Mandibel vermuthen.

In der nachfolgenden Beschreibung der sicilischen Cranien findet man das hier vorangestellte Hauptergebniss reichhaltig begründet.

A. Cranium.

Unter den in der Grotta di Pontale ausgegrabenen Elephantenschädeln habe ich die sechs am vollständigsten erhaltenen des Museums von Palermo für die Abbildung und Beschreibung ausgewählt, welche in Folgendem nach dem Grad ihrer Erhaltung abgehandelt sind.

a) Das am besten erhaltene **Cranium I** des Museum's von Palermo habe ich auf beifolgender Tafel I in Fig. 1, 1*a*, 1*b* resp. in der Ansicht senkrecht auf die Stirn, im Profil von links und perpendiculär zu der Occipitalfläche dargestellt. Die Frontalansicht (Taf. I, Fig. 1) zeigt das Cranium sehr vollständig erhalten; es fehlen nur das rechte Jugale sammt dem angrenzenden Theil des *Os temporum*, links die Partie mit dem Postorbitalfortsatz und Lacrymaltuberkel, sowie eine unbedeutende Erstreckung an dem unteren Externrand des Prämaxillares; ferner ist die Schädeldecke zu beiden Seiten des Scheitel-Apex abgestossen. Alle diese Beschädigungen sind offenbar schon vor der Ausgrabung vorhanden gewesen und nach Obigem durch marine Action verursacht worden — wie auch die Verletzungen der anderen Fossilreste. Die Farbe der Cranien ist dunkelbraun.

Die, bei einem Vergleich mit den Schädeln der meisten anderen Elephantenspecies, vor allem augenfälligen Eigenthümlichkeiten des vorliegenden Craniums sind 1. die extreme Kürze der eigentlichen Stirn und die durch eine transversale Falte vermittelte Ueberstülpung des oberen Schädelrandes über letztere, und 2. die extreme Divergenz der Incisoralveolen nach unten. Letzteres ist nach dem früher von mir Mitgetheilten das charakteristischste kraniologische Artenmerkmal des über den Bau des typischen *Elephas antiquus* Bekannten (s. Fig. 3); die gesammte Frontalansicht Tafel I, Fig. 1

stimmt aber so sehr mit der von Falconer-Cautley[1]) gegebenen, in beifolgender 2. Textfigur[2]) in den Conturen reproducirten Darstellungen der Cranien des indischen „*Elephas namadicus*“ überein, dass, bei der

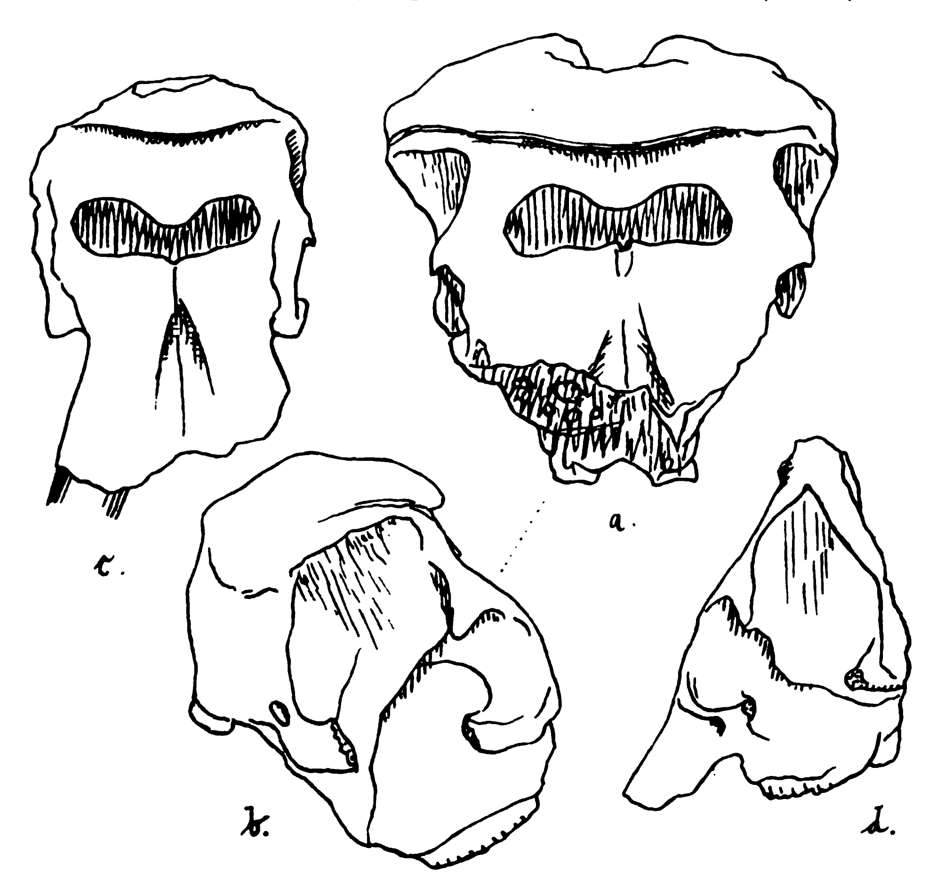


Fig. 2. Cranien von *Elephas (antiquus) Namadi* F. C. zu London aus dem Plistocaen des indischen Nerbuddathales, juvenil (in *c*, *d*, ca. 1/12) und adult (in *a*, *b*, ca. 1/15); nach Falconer und Cautley, frontale und Profilansichten (in *b* von rechts, in *d* von links gesehen).

von L. Adams l. c. bereits hervorgehobenen Unmöglichkeit einer Trennung beider Formen als Arten nach dem Molaren- und Mandibelbau, die Identität der 2 Species „*Elephas antiquus*“ und „*Elephas namadicus*“ als solcher ohne Weiteres erhellt.

1) Fauna Antiqua Sivalensis, Atlas p. III., Taf. 12 A, 12 B (Fig. 1—3), 24 A, Fig. 4, 4*a*. London 1847.

2) Ich habe der Textfigur 3 auch eine Skizze von *Elephas meridionalis Hysudriae* Falc. beigefügt, den ich ebenfalls zuerst als locale Rasse einer europäischen Species erwiesen habe, wegen der Analogie dieser seiner Stellung mit derjenigen des „*E. namadicus*“.

In der Profilansicht von links (Taf. I, Fig. 1 *a*) sieht man an dem sicilischen Cranium I den II. wahren Molaren; der hinterste (III.) fehlt. Die bemerkenswerthesten, wiederum gleich allem Anderen nach beifolgender Textfigur 2 mit dem von „*Elephas namadicus*“ bisher Bekannten, sehr nahe übereinstimmenden Merkmale dieser Ansicht Tafel I, Fig. 1 *a* sind das Aufsteigen der Occipitalcontur, von dem Condylus an,

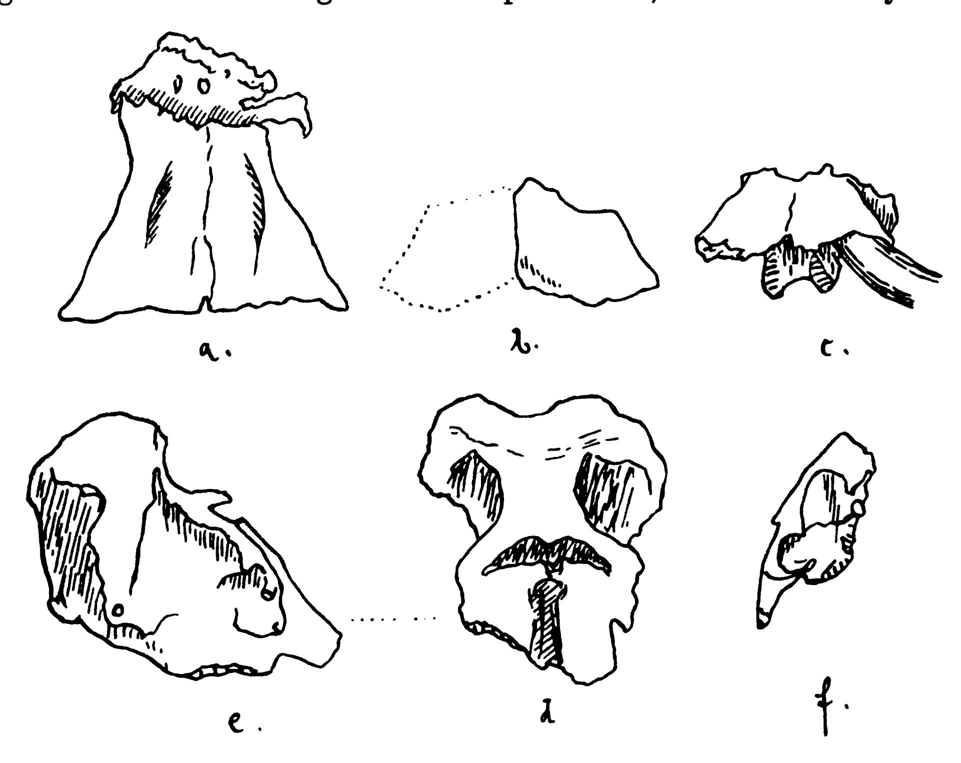


Fig. 3. In *a*—*c* Frontalansichten prämaxillarer Schnauzenpartieen des Cranicums von *Elephas antiquus* aus dem Arnothal *(a)*, Taubach *(b)* und Mauer, ca. 1/25 (nach Pohlig); *e*—*f*: Cranien von *Elephas (meridionalis) Hysudriae* Falc., juvenil (in *f*, ca. 1/12 von links gesehen) und adult (in *e* von rechts, in *d* von vorn ca. 1/20), aus indischem Pliocaen, zu London. Nach Faconer und Cautley.

schräg nach vorn, ihre etwa rechtwinkelige Umbiegung oder Wölbung, in ungefähr halber Länge, nach vorn, die Ueberstülpung des Scheitelprofiles über die Stirnfläche und die der Cranialcontur entsprechende, fast abgerundet quadratisch gestaltete Umrandung der Temporalfossa. — Die Occipitalansicht des Craniums, senkrecht auf dessen hintere Fläche (Tafel I, Fig. 1 *b*), hat eine mehr breite, als hohe, annähernd

transversal ovale Contur mit breiter tiefer Fossa und, entsprechend, an der letzteren beiden Seiten, sehr stark heraustretenden Protuberanzen. Der Schädelknochen ist an mehreren Stellen eingestossen, rechts fehlt mit einem grossen Theil des Temporals und seines Jugalfortsatzes auch eine Partie des Occipitalrandes. Die Condylen sind relativ weniger stark entwickelt, als bei den grossen Elephantenrassen der Species, haben auch stärker divergente Internränder, als bei letzteren Formen, welche Gestaltung offenbar mit der weniger wuchtigen Entwickelung der Incisoren bei der Diminutivrasse in ursächlichem Zusammenhang steht. — Approximative Dimensionen dieses Craniums, das man als Normaltypus der sicilischen „Elephantenpony's" hinstellen kann, sind: Maximale Länge des Schädels 0 m 64; maximale Breite do. an dem Occiput 0 m 5; maximale Länge der Prämaxillarien von dem grossen Nasalforamen bis an den Distalrand 0 m 34; minimale Breite do. unter der Orbita 0 m 26; maximale Breite do. an dem Austritt der (fehlenden) Stosszähne: mehr als 0 m 4 (0 m 44). — Minimale Stirnbreite über den Postorbitalprocessen 0 m 26; maximale Stirnlänge, von der Transversalwulst des Vertex bis zu der Spitze des Nasalfortsatzes 0 m 09. — Maximalhöhe des Occiput 0 m 39.

Dieses vollkommen ausgewachsene Cranium ist sonach um mehr als die Hälfte kleiner, als der von mir zuerst richtig abgebildete Schädel (Fig. 3*a*) des *Elephas (antiquus) Nestii* zu Florenz (von 1 m 32 Länge), welchem in den Dimensionen das grosse Londoner Cranium von „*E. namadicus*" (s. o. Fig. 2 *a*, *b*) ähnlich, und die Taubacher (Fig. 3*b*) und römischen Cranialreste von *E. antiquus* (typus) mindestens ebenbürtig sind.

b) Das **Cranium II,** dessen Frontalansicht Tafel II, Fig. 1 wiedergiebt, ist dem I. in Gestalt und Dimensionen ganz ähnlich, nur minder vollkommen erhalten, und braucht daher nur kurz beschrieben zu werden. Dasselbe misst etwa 0 m 64 × 0 m 52 × 0 m 44 resp. für maximale Länge × Breite × Höhe, und hat einem etwas stärkeren Thier, mit längeren Stosszähnen, angehört, als Cranium I, wie die breite gedrungene Gestaltung an den Prämaxillarien und der Stirn — noch kürzer als an Cranium I — und auch die grössere Höhe des Hinterhauptes beweisen. Letzteres ist an beiden Seiten sehr stark beschädigt, die postorbitalen

Fortsätze der Orbita fehlen, und auch die Distalränder der Prämaxillarien sind defect; doch zeichnet sich dieses Exemplar durch sehr vollkommene Erhaltung beider Jugalpartieen aus.

c) **Cranium III**, in Tafel II, Fig. 2 in der Frontalansicht dargestellt, ist im Gegensatz zu den zweifellos ♂ Durchschnittsexemplaren I und II., der Vertreter einer kleineren, mehr degenerirten Form, da es, bei der grossen Uebereinstimmung in der Gestalt mit No. I und II, offenbar ebenfalls ♂ ist. Dieser Schädel ist vollständiger, als No. II, doch nicht ganz so complet wie No. I erhalten, und ist sehr bemerkenswerth durch die extreme Reduction der Frontalpartie[1]): die Stirn ist, minimal, — zwischen Vertexfalte und Nasalforamen — nur! 0 m 02 lang, maximal, bis zu der Spitze der Nasalprocesse, 0 m 4. Die mediane, occipitale Fossa erscheint in der Frontalansicht etwas tiefer als an No. I und besonders No. II; die maximale Länge des Craniums ist nur etwa 0 m 54, dessen maximale Breite an den Jugalien 0 m 42. Es fehlen der linke Postorbitalfortsatz, den Prämaxillarien die distalen, und dem Occiput die lateralen Ränder, sammt den beiderseitigen jugalen Temporalpartieen.

d) Als **Cranium IV** bezeichne ich das in Tafel II, Fig. 3 von vorn, in Tafel II, Fig. 3*a* von hinten gezeichnete Exemplar, welches ich als den zugehörigen ♀ Durchschnittstypus zu den stärkeren, unzweifelhaft ♂ No. I und II betrachten muss, nach den von mir theilweise über *Elephas antiquus* mitgetheilten Vergleichen an Cranien der recenten Elephantenspecies. In der Frontalansicht (Taf. II, Fig. 3) erkennt man nicht unwesentliche Abweichungen von den in Vorstehendem geschilderten Schädeln; die augenfälligsten von ersteren sind die verhältnissmäsig, besonders im Vergleich mit Taf. II, Fig. 2, beträchtliche Länge der Stirn und die schmale und tiefe Gestaltung der Occipitalgrubencontur in dieser Ansicht, welche unter allen sicilischen Cranien dem entsprechenden Verhältniss an dem oben skizzirten grösseren Londoner Schädel von „*E. namadicus*“ bei weitem am nächsten kommt. — Die Occipitalansicht (Tafel II, Fig. 3*a*) ist dagegen nicht sehr wesentlich von derjenigen des

---

1) Dass bei dem indischen „*E. namadicus*“ eine entsprechende Variabilität in der Stirnlänge geherrscht hat, ist aus den oben gegebenen Textfiguren von ersterem (s. Fig. 2*a* und bezw. 2*c*) zu ersehen.

Craniums I (Tafel I, Fig. 1 *b*) verschieden[1]); die schmalere Form und höhere Lage der Medianfossa, deren Contur in der Frontalansicht entsprechend, sowie die geringere Entwickelung der Condylen im Verhältniss zu dem dadurch grösser ausgebildeten Foramen sind Eigenthümlichkeiten, welche offenbar durch die geringere Länge der Stosszähne in dem ♀ Geschlecht bedingt sind. Die Postorbitalprocesse sind an diesem Exemplar, in der Ansicht senkrecht zu der Occipitalfläche, beiderseits sehr bemerklich.

Letztere sind an dem Cranium IV sehr vollständig, und besser als an allen anderen Schädeln erhalten; dagegen ist die Schnauze sehr defect, die apicale Transversalwulst etwas eingestossen, die Jugalien, und links auch die jugale Partie des Temporals und ein kleiner Theil des occipitalen Lateralrandes, fehlen. Die Schädelnäthe sind grösstentheils noch deutlich, was bei den Proboscidiern nicht selten, wegen des lebenslänglichen Fortwachsens der Defensen und auch des ganzen Thieres, noch in höherem Alter der Fall ist; auch das vorliegende Exemplar stammt zweifellos von einem ausgewachsenen Thiere, welches die II. wahren Molaren in voller Action hatte. An der vorhandenen maximalen Länge des Schädels von ca. 0 m 5 dürfte kaum etwas fehlen; die maximale Breite (an dem Occiput) beträgt ungefähr 0 m 38.

e) **Cranium V,** in Tafel III, Fig. 1 von der linken Seite her abgebildet, auf welcher es am besten und sehr vollkommen erhalten ist, ist ein augenscheinlich ♂ Normalexemplar des sicilischen *Elephas Melitae,* wie No. I und II, auch diesen in den Dimensionen ganz ähnlich, da die maximale, vollständig gebliebene Länge ca. 0 m 67 beträgt. In der Conturlinie des Occiput weicht dagegen dieser Schädel von No. I (s. Taf. I, Fig. 1 *a*) nicht unwesentlich ab, und zeigt dadurch wiederum die individuelle Variabilität in der Gestaltung der Elephantencranien[2]); durch

1) Diese Occipitalansichten sind von etwas höherem Standpunct zu der Horizontallage des Schädels genommen, als die bei Falconer-Cautley l. c. Taf. 12 B, Fig. 2 gegebene des „*Elephas namadicus*", wodurch sich die nur scheinbar wesentlichen Differenzen von letzterer Figur erklären. In Wirklichkeit bestehen keine erheblichen Unterschiede.

2) Ein hervorragendes Beispiel dieser a. a. O. von mir auch an den recenten Elephantencranien bewiesenen Formenmannigfaltigkeit zeigen die beiden oben in Fig. 3 skizzirten Cranien von *E. Hysudriae*, — den Variationen des europäischen *E. meridionalis* in dieser Hinsicht ganz entsprechend. Der Autor der irrigen Speciesbezeichnung „*E. lyrodon*" hat offenbar noch

weniger stumpfwinkliges Umbiegen der Occipitalconturlinie, und erst in grösserer Höhe erscheint der ganze Cranialdom und zugleich die Schläfengrube mehr nach oben zugespitzt, als an Cranium I und an dem oben skizzirten grösseren Londoner „*Elephas namadicus*". Das Ergänzen des fehlenden Theiles der apicalen Querwulst und, in deren Verlängerung, des ebenfalls fehlenden hinteren Randes der Temporalfossa würde wenig an jenem abweichenden Verhältniss ändern. Der Schädel hat den letzten wahren Backzahn, M. III., in partieller Abrasion. Man sieht an diesem Exemplar in der Profilansicht auch etwas von dem Suborbitalforamen, welches an allen Cranien sehr kurz und gross ist — dem entsprechenden Verhältniss bei dem Mammut entschieden mehr angenähert, als bei *E. indicus*, und auch dem typischen und dem namadischen *E. antiquus*. Der Durchmesser dieses Foramens entspricht demjenigen des Nerven und Gefässes, welche durch jenes zu dem Rüssel gehen und diesen versorgen. Ersteres ist, nach früher von mir Mitgetheiltem, bei den älteren Proboscidiern verhältnissmässig sehr eng und lang; seine extreme Entwickelung bei den Zwergelephanten und dem Mammut steht jedenfalls mit deren ungünstigen, allgemeinen Existenzbedingungen in irgendwelcher Wechselbeziehung. An dem 0 m 67 ca. langen Cranium V misst das Suborbitalforamen 0 m 05 × 0 m 03 ½ × (kaum) 0 m 03, — für resp. Höhe × Breite × Länge, an den früher von mir beschriebenen Cranien: Heidelberger *E. antiquus* (ca. 1 m lang) misst jenes resp. 0 m 075 × 0 m 063 für Höhe × Länge, bei *E. indicus* zu Darmstadt (1 m lang) 0 m 07 × 0 m 04 × 0 m 087 (Höhe × Breite × Länge), bei *E. primigenius* zu Münster i. W. (1 m 08 lang erhalten) 0 m 095 × 0 m 05 × 0 m 022, — und bei *E. africanus* zu Frankfurt a. M. (1 m lang) 0 m 055 × 0 m 035 ×! 0 m 112.

f) An **Cranium VI,** das, in basaler Ansicht, auf Tafel II, in Fig. 2, abgebildet ist, ist das Suborbitalforamen kaum 0 m 02 lang, obwohl der Schädel, der grösste sicilische, mehr als 0 m 7 maximaler Länge misst. Derselbe ist oben stark beschädigt, aber basal sehr wohlerhalten, da in

nicht einmal die Figuren der „*Fauna Antiqua Sivalensis*" studirt; denn sonst hätte er es unmöglich wagen können, seinen irrigen Speciesnamen zu gründen und gegen meine Vereinigung des „*E. hysudricus*" mit „*E. meridionalis*" zu einer Species in so völlig grundloser Weise aufzutreten.

dieser Ansicht nur rechts das Jugale und ein Theil des Occipitalrandes sowie unbedeutende Partieen der Alveolarhüllen fehlen; den Besitz eines Incisors, des rechten, *in situ* hat dieses Exemplar vor allen übrigen voraus, zu welchen sich zweifellos isolirte Stosszähne des Museums von Palermo nach eingehenderer Untersuchung als zugehörig erweisen werden. An No. VI ragt der Stosszahn noch bis 0 m 45 aus der Schnauze heraus und ist 0 m 1 maximal dick; derselbe ist sehr rissig und abgesplittert, war auch ursprünglich jedenfalls viel länger, denn das Vorhandene stellt offenbar nur den inneren Kern einer längeren Scheide dar. Die M. II. sind stark abradirt, M. III. noch fast intact; die maximale Breite der Schnauze, welche extrem divergente Lateralränder hat, beträgt ca. 0 m 48. Die Figur des Interjugalspatiums, zwischen dem Jochbogen und der Schläfengrube, ist in ihrer Gestaltung etwa in der Mitte zwischen der früher von mir mitgetheilten des *E. africanus* und derjenigen des Mammutes. Die grossen Suborbitalforamen und die untere Nasalapertur sind noch ganz vollständig umrandet; die Condylen sind an diesem Exemplar, im Gegensatze zu den kleineren Cranien, nach Form, Stellung und relativer Grösse sehr ähnlich wie bei dem typischen und dem namadischen *E. antiquus,* und folglich auch bei *E. africanus.*

Aus der vorstehenden Beschreibung der sechs sicilischen Cranien ergiebt sich:

a) Ausser den früher von mir hervorgehobenen und zusammengestellten, dem *E. antiquus* mit *E. africanus* gemeinsamen, wesentlichen Eigenthümlichkeiten besteht noch diejenige der abgestumpften Form des Schädelgipfels.

b) Die sicilischen Cranien sind den indischen, von Falconer „*Elephas namadicus*" genannten so ähnlich, dass eine Aufrechterhaltung der Speciesabtrennung des letzteren von *E. antiquus* weiterhin unmöglich ist; doch muss man für ersteren, wegen früher von mir hervorgehobener Eigenthümlichkeiten, — in dem Molarenbau gegenüber dem typischen *E. antiquus*, in dem geologischen Alter gegenüber *Elephas Nestii,* und in den Dimensionen gegenüber *Elephas Melitae,* — Rassenselbständigkeit annehmen und daher die Bezeichnung „*Elephas (antiquus) Namadi* Falc." endgültig

für den — nach seinen Erhaltungszuständen und anderen Verhältnissen zu schliessen — diluvialen Elephanten des Nerbuddathales wählen.

Dieses letztere, in Vorstehendem mitgetheilte Ergebniss aus der Beschreibung der Cranien steht, wie in Nachfolgendem gezeigt ist, vollkommen in Einklang mit den Schlüssen, welche aus der Untersuchung des Mandibelbaues und der Dentition des neuen sicilischen Materiales an Elephantenresten hervorgehen, sowie mit demjenigen, was ich aus dem sonstigen Skelettbau der letzteren habe ersehen können.

B. Mandibel.

Ueber das sehr umfangreiche Material von Elephantenmandibeln aus der Grotte von Carini ist nur wenig mehr hinzuzufügen, als dass diese in allen wichtigen, früher von mir hervorgehobenen Speciescharakteren mit den bekannten des typischen *Elephas antiquus* übereinstimmen, und nur in einzelnen geringen, aber constanten Abweichungen, auch der Form, den Unterschied der Rasse zeigen. Einige Unterkiefer des Museums von Palermo sind ganz unversehrt, mit beiden Molaren und Condylen, erhalten, andere haben nur noch einen Condylus, oder den anderen blos noch theilweise. Diese Condylen haben theils mehr abgerundet quadratische, theils oblonge Conturen ihrer Oberansichten, wie bei *E. antiquus* typus, und entsprechen in ihrer Stellung dem von denjenigen des letzteren bekannten Verhältniss. Es ist in der That vollständig ausreichend, auf die in dem angeführten Werke von mir gegebenen Abbildungen von Mandibeln des *E. antiquus* s. str. auch für jene sicilischen des *E. Melitae* zu verweisen, und eine besondere Abbildung letzterer für eine allgemeinere Arbeit, wie die vorliegende, ist entbehrlich. Nur habe ich es für nützlich gehalten, ein solches sicilisches Kieferfragment neben einem wichtigen, bisher noch nicht abgebildeten des typischen Taubacher *E. antiquus* von ganz gleichem relativem Lebensalter, bezw. Dentitionsstadium, (in Tafel IV, Fig. 1, 2) unmittelbar nebeneinander darzustellen, beide in natürlicher Grösse — weniger um die grosse Uebereinstimmung in der Form beider Kiefer zu zeigen, als um ein anschauliches Beispiel für die Grössendifferenz der beiden Rassen zu geben. Jedes dieser Stücke hat einen (unten beschriebenen) hintersten Milchzahn, 1 M..M. (oder D_1), in completer Abrasion, die an dem sicilischen

fortgeschrittener ist; dieser kleine Kiefer hat daher sogar ein noch etwas höheres relatives Lebensalter erreicht, als der grosse Taubacher. Letzterer ist vorn, obwohl etwas von dem Symphysialende (und auch von dem Vorderrande) fehlt, 0 m 18 hoch, also noch genau um ein Drittel mehr, als der dort ganz vollständig erhaltene sicilische Ramus; nach Obigem ist jedoch die Dimensionsdifferenz der 2 Rassen meist nicht $^2/_3$, sondern etwa $^1/_2$ gewesen, da die unteren Extreme der maximalen Schädellänge bei den unzweifelhaft ♀ Exemplaren von Carini *(E. Melitae)* ca. $^1/_2$ m, von Heidelberg (*E. antiquus* typus) ca. 1 m betragen, die oberen, von sonach ♂ Cranien, ca. 0 m 7 (Carini) und 1 m 32 (Florenz) sind, alle übrigen Schädel von Carini aber in den Maassen zwischen 0 m 5 und 0 m 7 in der Mitte sich befinden, wohingegen die Maasse aller ausgewachsenen Cranialreste vom typischen *E. antiquus* (und auch *E. Namadi*) auf Thiere von ungefähr dem oberen Dimensionsextrem des Florentiner Schädels hinweisen; man mag hierüber die genauen Zahlenangaben in meiner Monographie vergleichen.

In Fig. 3 auf Tafel IV ist ausserdem, in sechsfacher Reduction, ein ausgewachsener, fragmentärer Unterkiefer abgebildet, dessen Backzahn ebenfalls weiter unten erwähnt ist; dieser Ramus von Carini, der dem Museum von Padua gehört, hat 3 äussere Mentalforamina, wie der junge Taubacher, und auch in ähnlicher Anordnung; das Original zu Tafel IV, Fig. 1 hat nur ein einziges solches Foramen, wie eine etwa gleich grosse, aber viel jüngere, früher von mir abgebildete Mandibel von Taubach; derartige Combinationen typischer mit juvenilen oder atavistischen Merkmalen sind für die Zwergrasse charakteristisch, ich habe schon an anderer Stelle Beispiele dieser Thatsache hervorgehoben, deren unten noch mehrere erwähnt sind.

Entsprechend dem Vorkommen verhältnissmässig breiterer Molaren bei *E. Melitae* (s. a. u.), hat diese Rasse auch relativ etwas dicker und plumper gebaute Mandibeln aufzuweisen, als der typische *E. antiquus*, und auch der Hinterrand des aufsteigenden Astes, obwohl in allen Fällen die für die letztere Species so sehr charakteristische Zuschärfung zeigend, ist doch an manchen sicilischen Exemplaren etwas weniger extrem comprimirt, als in allen Fällen bei der continentalen, grossen Stammform. Einige Mandibeln von Carini haben ein sehr langes Rostrum, noch extremer

entwickelt, als ich es an den Hildesheimer und Weimarischen Kiefern von *E. antiquus* abgebildet habe; trotz eines solchen extrem prolongirten Rostrums ist die grösste unter ersteren nur 0 m 52 maximal lang und an den Condylen ca. 0 m 4 maximal breit, welche extremen Maasse hinter denjenigen der a. a. O. von mir beschriebenen, allein vollständiger erhaltenen, nur mittelgrossen Unterkiefer des typischen *E. antiquus* um $^1/_3$ bis $^1/_4$ zurückstehen.

C. Dentition.

Wie für die Kenntniss des Craniums und der Mandibel von *Elephas Melitae*, so bietet auch für die Verhältnisse der Dentition das Fundmaterial aus der Höhle von Carini ein unschätzbar werthvolles, in dieser Hinsicht fast unübersehbar umfangreiches Material, gegenüber welchem alles andere von der Rasse bisher Bekannte geradezu als verschwindend gering bezeichnet werden muss. Nur für die extremeren Grössenreductionen der Rasse und für die Milchdentition müssen auch jetzt noch die durch Falconer, Spratt, Busk und Leith Adams l. c. bekannt gewordenen Malteser Funde bisher, wie es scheint, fast allein maassgebend bleiben, da ich abgesehen von (auch nicht allzu zahlreichen) Vertretern der letzten Milchbackzahn-Serie von dem Erwähnten gar nichts unter der Ausbeute von Carini habe entdecken können; hoffentlich wird eine erschöpfende Sichtung der Museumsvorräthe in Palermo auch in Bezug auf die Milchdentition mehr zu Tage fördern.

a) Ueber die **permanenten Incisoren** des *E. Melitae* von Carini, welche nach Obigem in so grosser Anzahl ausgewachsener, unversehrt erhaltener Exemplare vorhanden sind, gilt im Allgemeinen das a. a. O. von mir über die Stosszähne des typischen *E. antiquus* Festgestellte abgesehen von den Dimensionen, in welchen die Diminutivrasse 2 m Curvenlänge und nicht viel mehr als 0 m 1 Dicke als höchste Extreme erreicht hat, während die Stammform es bis zu dem $2^1/_2$-fachen dieser Maasse gebracht hat.

Die grösste Defense von Carini (zu Bonn) von 2 m Curvenlänge und 0 m 43 Circumferenz (maximal) ist auf Taf. II, in Fig. 3, in der Verticalansicht auf ihre natürliche Lage dargestellt, wie ich a. a. O. die Stosszähne des *E. antiquus* von Jena auch abgebildet habe. Noch mehr als letztere (? ♀)

stimmen in der Form der raumspiraligen Drehung und dem Krümmungsgrad, sowie den relativen Dimensionen, die 2 grössten Taubacher, a.a.O. von mir beschriebenen Stosszähne von *E. antiquus* typus in der Sammlung Reiche's zu Braunschweig mit diesem sicilischen überein, und zwar so vollständig, dass deren besondere Abbildung durch die hier gegebene ganz unnöthig wird. Dieselbe oder ganz ähnliche Gestalt haben etwa 20 Defensen von Carini in dem Museum von Palermo, von welchen die grösste eine geradlinige Maximallänge von 1 ½ m hat; zwei kleine Exemplare daselbst, deren eines auf Tafel I in Fig. 2 gezeichnet ist, und zu welchem auch der zugehörige Stosszahn der anderen Seite vorhanden ist, weichen durch stärkeren, mit demjenigen der Incisoren von *E. indicus* oder *E. meridionalis* mehr vergleichbaren Krümmungsgrad ab und kennzeichnen dadurch wiederum die Rassendifferenz; das hier wiedergegebene Belegstück hat 0 m 94 gradliniger und 1 m 25 Curven-Länge, bei etwas mehr als 0 m 1 Diameter.

Der abgebildete grösste Zahn und ein solcher zu Palermo sind bemerkenswerth durch die sonst bisher nur noch an einem Petersburger Mammutincisor sicher bekannten und von mir beschriebenen, ringförmigen Erhabenheiten, welche in der Nähe des pulpalen oder proximalen Endes die Oberfläche bis etwa über ein Drittel der Zahnlänge hin in grosser Zahl umgürten.

b) Als Beispiel eines **Milchmolaren** von Carini diene der, gleich fast allen Zähnen aus der Grotte Pontale, ausgezeichnet erhaltene, in Tafel V, Fig. 1 von oben und in Tafel IV, Fig. 1 von der Seite, soweit dies möglich ist, in natürlicher Grösse abgebildete Mandibelbackzahn, — ein stark abradirter 1 M. M. oder hinterster Milchmolar, von 8 Lamellen in 8 ½ × 4 cm maximal; derselbe ist sonach nicht sehr beträchtlich grösser, als das a. a. O. von mir abgebildete stärkste Exemplar aller mittleren Milchmolaren des typischen *E. antiquus*. Von des letzteren einzigem bisher bekanntem und kürzlich zu Taubach ausgegrabenem, charakteristischem und doch zugleich ganz vollständigem hinterstem Milchmolaren der Mandibel[1]), über welchen ich zuerst an dem

1) Durch diesen Erfund wird in befriedigender Weise das einzige Glied, welches in dem Dentitionstheil meiner Elephantenmonographie bis dahin noch fehlte, ausgefüllt, wie der kranologische Theil letzterer durch die sicilischen Schädelvorkommnisse ergänzt wird.

Schlusse meiner oben angeführten Cervidenmonographie berichten konnte, habe ich neben jenem sicilischen Zähnchen in natürlicher Grösse auf Tafel V, in Fig. 2 von oben und auf Tafel IV, in Fig. 2 theilweise von der Seite dargestellt; man erhält dadurch den anschaulichsten Begriff von den Dimensionsdifferenzen (hier wiederum ca. $^2/_3$) der Rassen, und von deren Aehnlichkeit, bezw. kleinen Abweichungen der Molarenbildung. Hinsichtlich letzterer ist nur zu berücksichtigen, dass das sicilische Exemplar bis nahezu auf den Grund der Lamellen niedergekaut ist, wo letztere an allen Elephantenbackzähnen breiter sind, als an der Spitze der noch nicht angekauten Krone, in deren Nähe die Kaufläche des Taubacher Molaren sich befindet.

c) Wie unter den **wahren Molaren,** kommen gleichwohl auch unter den Milchmolaren des sicilischen *E. Melitae* mandibular etwas breitere Kronenformen vor, als Rassenunterschied gegenüber dem typischen *E. antiquus,* wenn auch bei ganz gleichem Abrasionsstadium der Zähne jene vorkommende Rassendifferenz nicht so extrem ausfällt, wie bei einem Vergleich zwischen Tafel V, Fig. 1 und Tafel V, Fig. 2. Ferner ist als solche Rasseneigenthümlichkeit, auch für das grosse Material aus der Grotte Pontale, wie es früher bereits für das Malteser hervorgehoben worden ist, das im Vergleich mit dem typischen *E. antiquus* entschieden häufigere Auftreten archidiskodonten, pachyganalen Gepräges in den Abrasionsfiguren, sowohl mandibularer, wie maxillarer Zähne, zu betonen, — an die Eigenthümlichkeiten von *E. Nestii*, *E. meridionalis* und selbst *E. africanus* in jeder Beziehung erinnernd; dies steht mit der Lamellenreduction der Zwergrasse im engstem Zusammenhang. Die meisten Backzähne haben trotz ersterer das unverkennbare Speciesgepräge des *E. antiquus*, welches auch aus der Figur des Milchmolaren Taf. V, Fig. 1 und des rechten III. wahren Molaren (M. III.) aus der Maxille Taf. I, Fig. 3 zu ersehen ist, — obwohl ich letzteren Zahn und ebenso den auf Taf. IV in Fig. 3 *a* gezeichneten Paduaner M. III. von Carini gerade wegen individueller Eigenthümlichkeiten abgebildet habe, welche in solcher Weise bei *E. antiquus* typus noch nicht beobachtet sind, und daher ebenfalls als Beitrag für die Rassenunterscheidung dienen können: das Original zu Taf. IV, Fig. 3 *a* hat, wie man sieht, eine geminale Abrasionsfigur zwischen zwei completen, und der andere Molar (Taf. I, Fig. 3) hat

eine abnorme Breite erhalten durch eine Reihe von nicht weniger als ! 7 unmittelbar aufeinanderfolgenden externen Lateraldigitellen, welche, von der 3. bis zur 9. Lamelle intercalar oder cunëiform stehend, eine mehr als gewöhnliche fächerförmige Stellung letzterer bedingt haben. Das erinnert an den ebenfalls nicht typischen, aber colossalen, a. a. O. von mir abgebildeten, einzigen completen M. III. des *E. antiquus* aus Andalusien, an welchem ebenfalls externe Lateraldigitellen — freilich in geringerer Zahl — eine abnorme Dicke des Zahnes bewirkt haben.

Jener in Taf. I, Fig. 3 abgebildete Maxillenzahn hat 12 Lamellen in maximal 0 m 185 × ! 0 m 075 × 0 m 13 (für Länge × Breite × Höhe der Krone) und kann mit diesen Dimensionen — abgesehen von der abnormen Breite — als Durchschnittsexemplar der sicilischen M. III. von *E. Melitae* gelten; das obere Extrem liegt jedoch erheblich höher, sowohl in Grösse als Lamellenzahl, und wird erreicht an 2 sehr fragmentären Schädeln des Museum's in Palermo von Carini, deren M. III. je x 15 x in ca. 0 m 25 maximaler Kronenlänge haben. Dieses Extrem steht hinter dem Dimensionsmaximum von M. III. s. des typischen *E. antiquus* wiederum um etwa $^1/_3$ zurück, würde dessen Minimum in dieser Hinsicht jedoch erreichen, wenn man es, seit dem Nachweis von *E. Melitae* aus der Gegend von Rom (am Schlusse meiner Cerviden-Monographie l. c.), nicht vorziehen möchte, auch den früher von mir abgebildeten und damals noch zu *E. antiquus* typus als individuelle Abnormität gezogenen Diminutivmolar von Rom und ähnliche continental-mediterrane Exemplare thatsächlich der Zwergrasse zuzurechnen[1]).

---

1) Folgende Beispiele completer letzter Molaren von Carini habe ich noch ferner aus dem grossen, nach Bonn gelangten Material ausgewählt, um ein sehr vollständiges Miniaturbild der Palermitaner Molarenmenge zu gewähren: von **maxillaren** M. III. hat 3., ein Paar *in situ* je 13 Lamellen, deren je 10 abradirt sind, in 0 m 175 × 0 m 06; 4., der rechte M. III. eines anderen Paares *in situ*, total abradirt, hat 9 Lam. in 13 $^1/_2$ × 5 cm; 5., ein linker 9 x (9 abr.) in 150 × 57 mm; 6., von einem Paar hat der rechte 12 x (7 abr.) in 17 × 5 cm; 7., der linke eines anderen Paares hat x 14 x (9 abr.) in 18 $^1/_2$ × 6 cm und median von der 6. bis 9. Kaufigur eine tiefe Längsrinne; die 6. und 7. Figur sind (nur am linken Zahn) geminal, die 1. etwas cariös; 8., ein M. III. d. hat 10 (x) in 14 × ! 6 cm (9 abr.), die abnorme Breite bewirken 4 Lateraldigitellen aussen von der 3. bis 7. Kaufigur; 9., ein M. III. s. hat 10 x in 14 $^1/_2$ × 5 cm (8 abr.), 10., ein anderer 14 (x?) — ? in 18 $^1/_2$ × 6 $^1/_2$ m; 11., und 12., 2 M. III. d., 8 x in 12 $^1/_2$ × 5 $^1/_2$ cm (8 abr.) und bezw. (x) 14 x in 19 $^1/_2$ × 5 $^1/_2$ cm (*in situ* in der Maxille); 13., M. III. s. von (x) 8 $^1/_4$ e. 3 x in 15 $^1/_2$ × 5 cm. Ein anderer M. III. hat 2 durch 2 verschiedenseitige Lateraldigitellen eingeschlossene Figuren dislocirt, ein fernerer (linker, Fragment) hat 10 pachyganale Lamellen in nur! 13 $^1/_2$ cm, ein M. III. s.

Das sehr bemerkenswerthe Gesammtbild, welches sonach aus dem reichen Molarenmaterial von Carini sich ergiebt, ist dasjenige von Grössenreduction der Stammform mit zugleich fortschreitendem Auftreten von Abnormitäten der Form, wie wir deren, mit ähnlicher Degeneration verknüpft, ja auch in unserem Geschlecht finden; der zwergenhafte Charakter spiegelt sich selbst in dem Bau der Molaren wieder, welcher Skelettbestandtheil, wie Cuvier zuerst betont hat, immer von allen am sichersten, bei den Säugethieren, auf den Bau des ganzen Geschöpfes schliessen lässt. Leith Adams hat an dem kleinen Molarenvorrath von Malta Kennzeichen des *E. antiquus* gefunden, und zugleich auch die für die Ponyrasse bezeichnende, durch hinzutretende atavistische und andere Merkmale bedingte grössere Variabilität beschrieben. Nur beging er den Irrthum, diese, in solchem Umfange nur eben der diminutiven Varietät zukommende Variabilität auch den grossen, continentalen Vertretern der Species zuzuschreiben, ohne auf die geologischen Verhältnisse Gewicht zu legen; dadurch wurde eine Vermengung nicht nur verschiedener Rassen der Art mit einander, wie *E. antiquus* typus und *E. Nestii,* sondern sogar mit der Rasse einer ganz anderen Species, dem *E. trogontherii,* in einer und derselben Bezeichnung bewirkt.

D. Schlussbemerkungen.

Die Vereinigung der drei Speciesnamen *Elephas melitensis* Falc., *E. Falconeri* Busk und *E. mnaidriensis* L. Adams, die lediglich auf den Dimensionsverhältnissen des Malteser Materiales beruhten, unter der Rassenbezeichnung *E. antiquus Melitae* Falc. wurde in meiner Elephantenmonographie vorzugsweise begründet auf die wichtigste bis dahin bekannte Eigenthümlichkeit jener Diminutivformen, deren Dentition, —

(4 abr.) ist der einzige mir bekannte loxodonte, bei dem eine entstehende Kaufigur aus central annularer und 2 lateral lamellaren Stücken besteht, und ist auch sonst von archidiskodontem Gepräge. — **Mandibulare** M. III.: 14., (x?) 9 x in 170 × 55 mm (9 abr., Paar im Kiefer); 15., — 9 (total abr.) in 15 × 6 cm, M. III. s., dessen drittletzte Figur geminal und mit der Innenhälfte cariös eingetieft ist; 16., M. III. s. von (x) 12 x in 16 1/2 × 5 cm; 17., M. III. s. von x 12 x in 23 × 5 1/2 cm (8 1/4 abr.); 18., M. III. s. von 10 x in 20 × 6 1/2 cm (10 abr., ähnlich *E. africanus*), etc. etc. Die No. 5., 6., 9., 12., 13., 16., 17., sind dunkler gefärbt und etwas abgerollt, individuell zusammengehörig sind 10., mit 18., auch wohl 4., mit 14., und 6., mit 16.

wobei der überraschende Nachweis in der Gestaltung der frühesten, in gleicher Weise sonst bisher von keiner Species bekannten Milchdentition der Malteser Elephanten, auch für den typischen Taubacher *E. antiquus*, ausschlaggebend sein musste.

Es kommt noch hinzu, dass, nach meinen Untersuchungen, weder aus Nordafrika, noch aus dem westlichen Unteritalien bisher eine andere Elephantenspecies in fossilem Zustande sicher erwiesen ist, als der *E. antiquus*, während auf den Inseln des Mittelmeeres die in den Continentalgegenden normalen Riesen der Species bisher in keinem einzigen Ueberrest vertreten sind.

Ferner kommt, seit dem ersten Nachweise jener Zwergelephanten auch aus anderen Gegenden als von Malta durch meine Monographie, eine bezeichnende Thatsache als Ergebniss meiner neueren Untersuchungen des Materiales von Carini hinzu: auf Sicilien hausten offenbar nur grössere Zwergformen, von durchschnittlich $^1/_2$ — $^2/_3$ der normalen Speciesdimensionen, — den als *E. mnaidriensis* von L. Adams genannten grösseren von Malta entsprechend, die offenbar dort lebten, als letzteres mit Sicilien noch durch eine Landbrücke verbunden war, oder sonst noch einen ähnlichen Umfang, wie dieses damals, hatte. Es ist ohne Weiteres einleuchtend, dass es nur die beschränkteren Existenzbedingungen der kleineren Felsgebirgsinsel sein konnten, welche weitere Degeneration und Grössenreduction bewirkten, wie heute Thiere und Pflanzen, je nördlicher, oder höher im Gebirge (Zwergconiferen etc.) sie vorkommen, — und ganz besonders namentlich Inselthiere, wie die Ponyrassen des Pferdes, — desto kleiner sind.

Es sind das an sich freilich, mit den heutigen Verhältnissen verglichen, noch recht ansehnliche Dimensionen, die grössten der Elephanten Siciliens; Stosszähne bis zu 2 Meter Länge werden von dem modernen indischen Elephanten kaum nachweisbar sein, von *E. africanus* sind solche und grössere jedenfalls in nicht allzu vielen Fällen bekannt. Nach den Dimensionen der zahlreichen langen etc. Knochen aus der Grotte Pontale, die sämmtlich in den wichtigsten Punkten mit solchen des typischen *E. antiquus* gut übereinstimmen, soweit ich meine Untersuchungen ausdehnen konnte, erreichte der sicilische *E. Melitae* in ausgewachsenem Zustand nicht selten noch etwa die Grösse eines mittleren Menagerie-

elephanten[1]), passte also gerade in eine Behausung, wie das Eingangsgewölbe der Grotte von Carini sie bieten konnte. Die heutigen Thierformen können ja durchschnittlich als Massstab für diluviale Verhältnisse in den Dimensionen nicht gelten, da die meisten Diluvialthierarten, wie ich hervorgehoben habe, ihre recenten nächsten Verwandten erheblich, meist etwa um $^1/_3$ im Durchschnitt an Grösse übertreffen; und so ist es auch bei den Elephanten.

Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass ähnliche Dimensionen, wie bei der sicilischen Form, individuell und accidentiell auch bei dem typischen *E. antiquus* vorgekommen sein mögen, und es würde zweifellos richtig sein, etwaige Funde von Antiquusresten solcher Dimensionen aus unseren Gegenden zu *E. antiquus* s. str. und nicht zu *E. Melitae* zu stellen. Etwas anderes ist es jedoch mit derartigen Fossilien aus dem continentalen Italien und anderen mediterranen Districten, wo stellenweise nachweislich eine temporäre Landverbindung mit den Inseln während deren Bevölkerung mit Zwergelephanten bestanden hat, und einige der letzteren das Festland erreicht haben. In diesen continentalen Gegenden ist die Grenze zwischen Stammform und Ponyrasse schwieriger zu ziehen, und ein vollständiger Uebergang zwischen beiden offenbar vorhanden. Die von den Inseln bisher bekannten Antiquusreste sind sämmtlich diminutiv, — alle Stücke des umfangreichen Materiales von Carini gehören auch, nach Obigem, zu der einen, diminutiven Rasse, und selbst der einzige sicilische Molar, den ich a. a. O. bei noch unvollkommener Kenntniss der dortigen Verhältnisse als kleines Exemplar des *E. antiquus* s. str. bezeichnet hatte, erweist sich nunmehr als *E. Melitae,* da er in den Dimensionen die maximalen, aus der Grotte Pontale bekannten Molarenmaasse nicht übertrifft.

Ich komme nun zu dem wichtigsten Punct dieser Untersuchung, den Cranialverhältnissen. Der Nachweis der Cranien von Carini und ihrer Eigenthümlichkeiten ist augenscheinlich eine der glänzendsten Bestätigungen der Richtigkeit meines früheren Vorgehens, der Vereinigung

1) Als Beispiele geringer Maasse an erwachsenen Skelettknochen von Carini zu Bonn führe ich an: einen Dorsalwirbel von 12 cm max. Breite, 9 $^1/_2$ Höhe bis zum vorderen Spinalgelenk, 6 cm min. Höhe des Körpers und 4 $^1/_2$ cm des Foramens; ein Radius hat proximal 9×5 cm Gelenkfläche, 12 $^1/_2$ cm min. Umfang, 42×27 mm min. Breite $\times$ Länge, etc.



der insularen Ponyelephanten, in erster Linie mit dem europäischen *E. antiquus*. Die merkwürdige Transversalwulst auf dem Schädelgipfel des namadischen Elephanten, zugleich die an letzterem und dem *E. antiquus* s. str. nachgewiesene extreme Divergenz der Incisoralveolen sind Merkmale, die in dieser Weise sonst von keiner Elephantenform bekannt sind: das Erscheinen dieser Merkmale an den Cranien der Mittelmeerinsel ist daher ein ebenso zwingender Grund für die specifische Vereinigung der drei Formen *E. Namadi*, *E. Melitae* und *E. antiquus* typus, wie es mir für das Zusammenfassen der 2 letzteren Formen zu einer Art seinerzeit unter Anderem das Auffinden der frühesten Milchdentition an den Taubacher Urelephanten gewesen ist. Der einzige Zweifel, welcher mich in meiner Monographie noch abgehalten hatte, den „*E. namadicus*“, trotz der sonstigen Uebereinstimmungen, mit dem europäischen *E. antiquus* specifisch zu vereinigen, ist gelöst mit dem hier vorliegenden, ersten Nachweis von des letzteren Schädelgipfel, und dessen Uebereinstimmung in seinem so sonderbaren Bau mit demjenigen des namadischen Elephanten.

Folgende Erklärung des Entstehungsanlasses und des Zweckes jener eigenthümlichen Querwulst über der Stirn des Urelephanten, von welcher erstere durch eine scharf eingegrabene nach vorn convexe, flache Bogenlinie abgegrenzt ist, wird die allein richtige sein: offenbar benöthigte die Species diese Einrichtung zuerst als accessorische Anheftungsstelle von Musculatur, für verstärkte Muskeln zur Bewegung des Kopfes, der bei diesen Elephanten oft absolut und namentlich relativ[1]) viel wuchtigere Stosszahnlasten zu regieren hatte, als bei irgend einer anderen Proboscidierspecies, auch dem Mammuth; bei letzterem wurden die Incisoren nicht so dick und, selbst in der Bogenlänge, weniger lang, besonders aber waren sie in gradliniger Richtung weniger als halb so lang, also durchschnittlich wegen ihrer starken Bogenkrümmung nicht annähernd so ungefüge und schwerlastend, wie die nur wenig gebogenen des *E. antiquus*. In der That finden wir jene Einrichtung einer Querwulst des

1) Relativ war die „Hypertrophie“ der Incisoren bei Individuen von Carini noch extremer und abnormer, das Missverhältniss zwischen Stosszahngrösse und Gesammtgestalt des Thieres noch stärker, als bei dem continentalen *E. antiquus*, wie aus den Dimensionen der Incisoralveolen an Cranialtheilen und aus Sonstigem hervorgeht.

Scheitelgipfels über der Stirn bei keinem anderen Proboscidier, als bei letzterer Species, — kaum ein schwaches Analogon dazu in der starken Einsenkung der Stirn bei *E. meridionalis* (s. o. Textfigur 3).

Während sonach zu den früher hervorgehobenen, dem *E. antiquus* mit *E. africanus* gemeinsamen, wichtigeren Kennzeichen nunmehr das alterthümliche des stumpfwinkligen Zusammenstossens der occipitalen und frontalen Conturlinien in der Profilansicht hinzukommt, erweist sich dagegen als weiteres Differenzmerkmal von Belang das Vorhandensein jener Ueberstülpung des Scheitelgipfels über die Stirn bei *E. antiquus* allein.

Immerhin wird durch die neuen sicilischen Schädelfunde die sehr nahe und jedenfalls nächste Verwandtschaft, gegenüber anderen bislang bekannten Arten, zwischen *E. antiquus* und *E. africanus* eher weiter begründet, als für unseren bisherigen Gesichtskreis verringert. Ist doch auch erstere Art die einzige fossile, welche bis jetzt mit voller Sicherheit aus dem schwarzen Welttheil nachweisbar gewesen ist. Somit ist aber nunmehr der Urelephant auch die einzige bisher bekannte Proboscidierspecies, von welcher Ueberreste in allen drei Continenten der alten Welt aufgefunden worden sind, obwohl dieses Verhältniss von *E. meridionalis*, seit meinem Nachweis der Zugehörigkeit von „*E. hysudricus*“ zu letzterer Species, zweifellos dereinst gleichfalls wird festgestellt werden können; denn offenbar geht die directe Communicationslinie, auch zwischen *E. meridionalis* s. str. und *E. Hysudriae*, — nach anderen Säugethieren zu schliessen, welche ersteren begleitet haben, — ebenso wie diejenige zwischen *E. antiquus* s. str. bezw. *E. Nesti* und *E. Melitae* einerseits und *E. Namadi* andererseits, über Nordafrika. Desgleichen ist es wahrscheinlich, dass die Verbreitungsrichtung beider Arten die gleiche, im Allgemeinen von West nach Ost gerichtete war: die durchschnittlich etwas entwickelteren Dentitionsverhältnisse der indischen Meridionalisrasse lassen vermuthen, dass die europäische die nächste Stamm- und Ausgangsform ersterer war, und nicht umgekehrt, — infolge dessen also auch die indischen Depositen mit Resten von *E. Hysudriae*, obwohl nach dem Erhaltungszustand letzterer unzweifelhaft tertiären Alters, doch mindestens nicht wohl älter sein können als die Schichten mit *E. meridionalis* s. str. in Europa.

Für *E. antiquus* liegen die entsprechenden Verhältnisse noch bestimmter: die Nestiirasse desselben in dem europäischen Pliocaen ist der älteste Nachweis der Species überhaupt; dieser Rasse in dem Auschlag gebenden Gepräge des Molarenbaues, und offenbar auch in dem geologischen Alter, am nächsten stehen die Rassen *E. Namadi* und *E. Melitae*, welche auch, als subtropische Typen, dem Charakter der pliocaenen Stammform treu geblieben sind, in der diluvialen Zeit, während die, von der afrikanischen Mittelform zwischen *E. Nestii* und *E. Melitae* herstammenden, weiter nach Norden vordringenden Thiere zu der divergentesten und daher typischsten Form, dem *E. antiquus* s. str. wurden.

Von *E. Namadi* sind bekanntlich in den Tertiärschichten der Sevalik Hill's, welche alle andern fossilen Proboscidierarten Indiens bergen, noch keine Spuren gefunden worden; die Rasse langte dort augenscheinlich erst in der diluvialen Zeit an, während welcher dieselbe die aufgefundenen Reste in dem Nerbuddathal dort zurückliess und sich noch weit ostwärts, bis nach Japan nach E. Naumann, ausbreitete.

2. Cervus (elaphus) Siciliae Pohl.

Als eine der zahlreichen Stützen für die Schlussfolgerung, dass die mediterranen Zwergelephanten nichts anderes sind als ein Degenerationsproduct der benachbarten, grossen, continentalen Elephantenspecies der gleichen geologischen Periode, diente mir in der angeführten Monographie die Thatsache, dass auch auf den gleichen Inseln und zu gleicher Zeit eine diminutive Form von *Hippopotamus* gelebt hat, *H. (amphibius) Pentlandi;* der Umstand, dass diese sich im Wesentlichen nur durch constant geringere Dimensionen von der grossen Continentalform des Pliocaens und Diluviums unterscheidet, führt zu dem Schluss, dass erstere aus letzterer sich nur ebenso durch insulare Verkümmerung auf den gebirgigen Inseln entwickelt haben kann, wie *E. Melitae* aus *E. antiquus* s. str.

Die neueren Erfunde aus der Grotte Pontale ergeben einen weiteren Beleg ganz ähnlicher Art: die Thatsache, dass in der mitteldiluvialen Zeit, mit den diminutiven Elephanten und Flusspferden zugleich, der Edelhirsch, *Cervus elaphus,* nur in Zwergformen auf Sicilien ge-

lebt hat, welche ich als *Cervus (elaphus) Siciliae* von den übrigen Edelhirschrassen unterscheide. In der angeführten Cervidenmonographie habe ich den hier in Taf. IV, Fig. 6 abgebildeten Geweihstumpf des Museums zu Padua von Carini zu meinem *Cervus Antiqui* gezogen, der auch schon durch geringere Normaldimensionen vor den andern diluvialen Edelhirschen ausgezeichnet ist, und unter diesen den meridionalen Typus vertritt. Es hat sich aber nunmehr herausgestellt, dass der letztere den sicilischen Edelhirschen durch die häufiger auftretende Eigenthümlichkeit des erwähnten Paduaner Geweihstumpfes, und durch andere, neu hinzutretende Mermale, entschieden zwar am nächsten von allen Hirschrassen steht, die Reste von Carini jedoch von *C. Antiqui* wiederum durch constant geringere, durchschnittlich $^2/_3$ Dimensionen unterschieden sind; und auch in diesem Falle treten zu der Grössendifferenz wiederum kleine formelle Rassenkennzeichen hinzu. Der sicilische Zwergedelhirsch, *Cervus Siciliae,* verhält sich sonach vollständig analog zu *C. Antiqui*, wie *Elephas Melitae* von Sicilien zu *E. antiquus* s. str., und wie *Hippopotamus Pentlandi* zu *H. major* (oder richtiger *H. majorum*).

Als anschaulichen Beleg für die diminutiven Dimensionen von *Cervus Siciliae* findet man in natürlicher Grösse auf Taf. V in Fig. 3 ein Geweihstück und in Fig. 4 ein Metacarpale meiner Sammlung von jener insularen Rasse abgebildet; man vergleiche mit diesen Figuren bezw. Taf. XXV, Fig. 14 und Taf. XXIV, Fig. 8 meiner Cervidenmonographie, welche ersteren in Gestalt und Erhaltungszustand fast genau entsprechen, in der Grösse dagegen jene um etwa $^1/_3$ übertreffen. Diese Geweihfragmente sind solche des 4. Lebensjahres mindestens, die Metacarpale sind, bei der vollständigen Verwachsung der Epiphysen, von älteren Thieren. Ebenso stehen die in Taf. IV, Fig. 4—8, Taf. III, Fig. 4 gezeichneten, etwas stärkeren Geweihfragmente von Carini je entsprechend um etwa $^1/_3$ in der Grösse hinter solchen von *C. Antiqui*, und also auch des recenten Edelhirsches, zurück, — so gleichfalls das in Taf. IV, Fig. 7 wiedergegebene Maximum ersterer hinter den Maximis letzterer Rassen; denn dieses, in obigen geologischen Mittheilungen wegen seines bemerkenswerthen Erhaltungszustandes besprochene Stück misst an der Rose kaum 0 m 17, unter derselben 0 m 12 und über dem Eisspross nur 0 m 11 maximaler Circumferenz.

Hinsichtlich der Form des Geweihes kommt für *C. Siciliae* zu den mit *C. Antiqui* gemeinsamen Eigenthümlichkeiten, ausser dem Nachweis häufigeren Vorkommens doppelter Eissprossbildung (wie in Taf. IV, Fig. 6) auch bei ersterem, noch die in Taf. IV, Fig. 8 skizzirte Abnormität aus dem Museum von Palermo hinzu. In diesem Fall ist der Mittelspross ein rudimentärer kurzer Dorn geblieben, wie es in ähnlicher Weise, nur noch mit abnorm hoher Stellung desselben verbunden, in meiner Cervidenmonographie von einer Stange des *C. Antiqui* aus dem Chianathal, — freilich auch von einer Brüsseler des *C. Primigenii* — dargestellt ist. Eine Besonderheit der sicilischen Rasse allein, welche wohl erst zugleich mit der Grössenabnahme entwickelt, ist die häufiger, als Variation, auftretende stärkere Biegung der Stange in lateralem Sinne (s. Taf. IV, Fig. 4*a*), — mit welcher auch eine etwas flachere Stellung des Geweihes zu dem Schädeldach scheint verbunden gewesen zu sein; interessant ist ferner die in Taf. IV, Fig. 5 skizzirte Abnormität transversal dichotomer Stellung bei Entwickelung von nur zwei Geweih-Enden der Krone; dies erinnert in atavistischer Weise an die Axishirsche und den pliocaenen *C. Nestii* des Arnothales[1]). Die Stellung des Mittelsprosses in horizontalem Sinne, die auch bei den anderen Rassen sehr variirt, ist an manchen Stangen von Carini fast so extrem nach aussen (statt nach vorn) gerichtet, wie es bei dem modernen *Cervus marali* Centralasiens vorkommt.

Der geringeren Normaldimension scheint bei den Zwerghirschen eine durchschnittlich kürzere Lebensdauer des Individuum's entsprochen zu haben, gleichwie ich dies a. a. O. von den kleinen Malteser Elephanten wahrscheinlich gemacht habe; wenigstens habe ich von *Cervus Siciliae* keine complicirter gebauten Geweihkronen gesehen. In diesen anscheinend einfacheren Formen der Stangen, wie in der Grösse, erinnern diese sicilischen Reste an den heutigen tropischen Vertreter unseres Edelhirsches, den *Cervus sica*, der vielleicht nur von ersterem als Rasse zu unterscheiden ist, — ähnlich wie der tropische Virginiahirsch von dem borealen, — und dann *Cervus sicae* zu schreiben wäre.

1) Die gleiche Eigenthümlickeit haben 2 Geweihe aus belgischem Torf zu Brüssel, wo ein anderes mit verkrüppeltem Eisspross (ganz wie Fig. 22 meiner Cervidenmonographie), und eines mit unterdrücktem Mittelspross und an dessen Stelle etwas verdünnter Stange ist.

Von keiner anderen Cervidenart konnte ich unter dem umfangreichen Material von Carini Ueberreste entdecken; bemerkenswerth ist namentlich das augenscheinliche Fehlen von *C. dama* und *C. euryceros* [1]).

3. Bos (taurus) Primigenii Boj. und Bison priscus Boj.

Da in der Serie meiner Diluvialmonographieen diejenige über die Boviden noch nicht zum Abschluss gediehen ist, so äussere ich mich an dieser Stelle nicht ausführlich über die italienischen Diluvialrinder, und werde auch das einschlägige Material von Carini erst dort eingehender berücksichtigen. Vorläufig habe ich nur in Taf. IV, Fig. 9 einen Schädeltheil mit beiden Knochenzapfen des *Bos Primigenii* aus dem Museum von Palermo, und in Taf. III, Fig. 5 ein jugendliches Cranialstück des *Bison priscus* aus meiner Sammlung von Carini abgebildet; beide Arten unterscheiden sich an diesem Fundpunct nicht wesentlich in den Formen ihrer Ueberreste von denjenigen continentaler

1) Als Anhang zu diesem Beitrag, welcher meine Cervidenmonographie in ähnlicher Weise ergänzt, wie das Vorhergehende die Schrift über *E. antiquus*, gebe ich hier nachträglich eine Skizze von dem ausgezeichneten Geweih des Strassburger Skelettes von *Cervus Hiberniae*, welches durch die accessorischen Zacken seiner ocularen und letzten Schaufelsprossen dem in meiner Monographie skizzirten Frankfurter Geweih am ähnlichsten ist.



Fig. 4. Kopf des Strassburger Skelettes von *Cervus (euryceros) Hiberniae* Ow., mit Dichotomie des hinteren Mittelsprosses, in ca. 1/30 von vorn und etwas von unten gesehen.

Auch ein Cranium bei Williams in Dublin hat (an der rechten Stange) Dichotomie des hinteren Mittelsprosses. — Ein mittlerweile von Struckmann (Nath. Ver. Hannover 1892 pag. 52) abgebildetes colossales Stangenfragment von *Cervus Primigenii*, auch sonst etwas abnorm, hat Dichotomie des Eissprosses, wodurch diese diluviale Rasse der recenten canadischen noch mehr als bisher angenähert sich zeigt. — Eine alte Damhirschstange im Haag hat das seltene Vorkommen eines kurzen, knotenartigen Dornes innen mitten auf der Schaufelfläche.

Lagerstätten; und auch in den Dimensionen besteht kein grösseres Missverhältniss gegenüber letzteren, als das heutzutage zwischen den Vertretern gleicher Rinderrassen unseres Vaterlandes in gebirgigen Gegenden im Vergleich zu denjenigen niederer und günstiger gelegener Bezirke gefunden wird, das ohne Weiteres noch nicht zu einer verschiedenen lateinischen Rassenbezeichnung berechtigen kann. Das Museum zu Palermo besitzt von dem alten Kosmopoliten *Bison priscus* aus der Grotte Pontale ein ungefähr ebenso vollkommenes und in den Dimensionen entsprechend grosses Fundstück, wie das hier skizzirte dortige Cranium von *Bos* ist, dessen Hornzapfen in der Form besonders durch extreme Gracilität sich von den aussersicilischen Vorkommnissen unterscheiden, hierin am meisten der heutigen Rinderrasse Italiens entsprechen und daher nach eingehenderen Untersuchungen vielleicht zur Begründung einer gesonderten Rassenbezeichnung werden beitragen können.

III.

Hauptergebnisse.

1. Die Grotte Pontale von Carini bei Palermo war in alt-interglacialen Zeiten der Diluvialperiode vorzugsweise von diminutiven Urelephanten und Edelhirschen, auch theilweise von Boviden und Hyänen bewohnt, deren Reste während der späteren Interglacialzeit dort in marine Depositen eingeschlossen wurden.

2. Die Grotte Pontale hat die ersten Cranien des europäischen *Elephas antiquus* mit erhaltenem Vertex geliefert. Dieselben stimmen in den wichtigen Puncten so sehr mit den Schädeln der indischen diluvialen, von Falconer „*Elephas namadicus*“ genannten Schädel überein, dass letztere mit *Elephas antiquus* endgültig zu vereinigen sind, unter der (bereits in meiner Elephantenmonographie) auf geringere, aber constante Differenzen begründeten Localrassenbezeichnung *Elephas (antiquus) Namadi* Falc.

3. *Elephas antiquus* steht mit seiner transversalen Protuberanz des Cranialvertex unter den Proboscidiern allein, und vereinigt sonst, mit

dem alterthümlichen Merkmal von des letzteren stumpfwinkeliger Profilcontur, divergente Kennzeichen, deren eines, die Ausbildung des Suborbitalforamens, bei der Diminutivrasse sogar der Entwickelungsstufe von *E. primigenius* nahe kommt.

4. Die geologischen und palaeontologischen Verhältnisse ergeben folgende Abstammungsreihe: 1. *Elephas Nestii* (pliocaen); 2*a*. *E. Melitae*; 2*b*. *E. Namadiae*; 3*a*. *E. antiquus* s. str.

Elephas antiquus ist bisher die einzige, mit Sicherheit aus allen 3 Continenten der alten Welt, von Marokko bis Japan nachgewiesene Elephantenspecies.

5. Alle Elephantenreste der Grotte Pontale gehören zu *Elephas antiquus*, und alle sicilischen, bisher bekannten Reste von *E. antiquus* zu dessen diminutiver Rasse, *E. Melitae* Falc., sind aber durchschnittlich nur zu $^2/_3$ — $^1/_2$ der continentalen Normaldimensionen des *E. antiquus* degenerirt.

6. Auch die Cervidenreste Siciliens erreichen durchschnittlich nur etwa $^2/_3$ der Normaldimensionen von *Cervus elaphus*, und gehören sämmtlich zu einer diminutiven Rasse des letzteren, die ich *Cervus (elaphus) Siciliae* nenne.

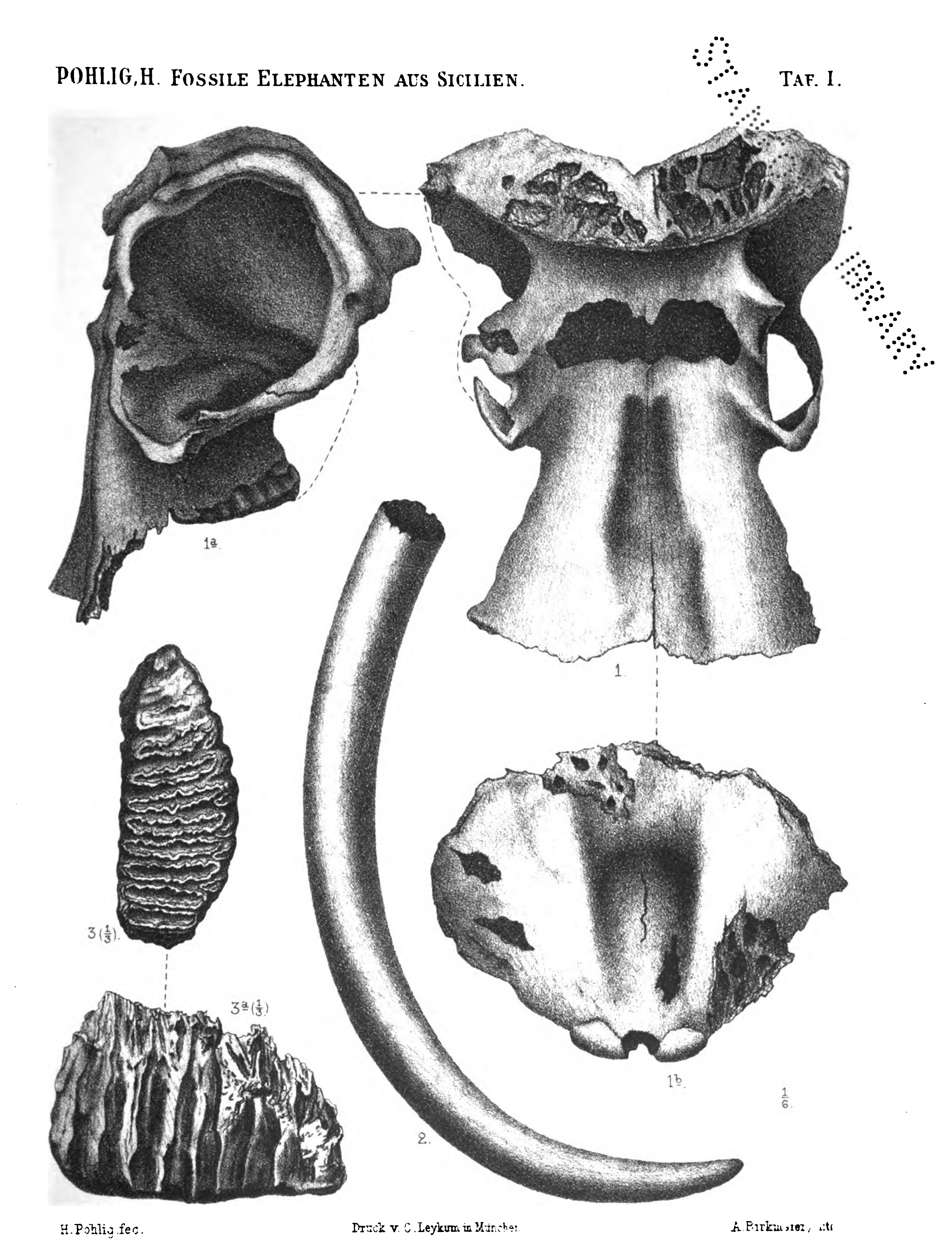
Inhalt.

Textfiguren:

Tafelerklärung.

Tafel I.

Elephas (antiquus) Melitae Falc.
aus Interglacialschichten der Grotte Pontale.



H. Pohlig fec. Druck v. C. Leykum in München. A. Birkmaier, lith.

Elephas (antiquus) Melitae Falc. von Sicilien.

Tafelerklärung.

Tafel II.

Elephas (antiquus) Melitae Falc.
aus unterem Mittelplistocaen der Grotte Pontale ($^1/_6$).

2.

3.

1. $\frac{1}{6}$.

H. Pohlig fec.

Druck v. C. Leykum in München

A. Birkmaier, lith.

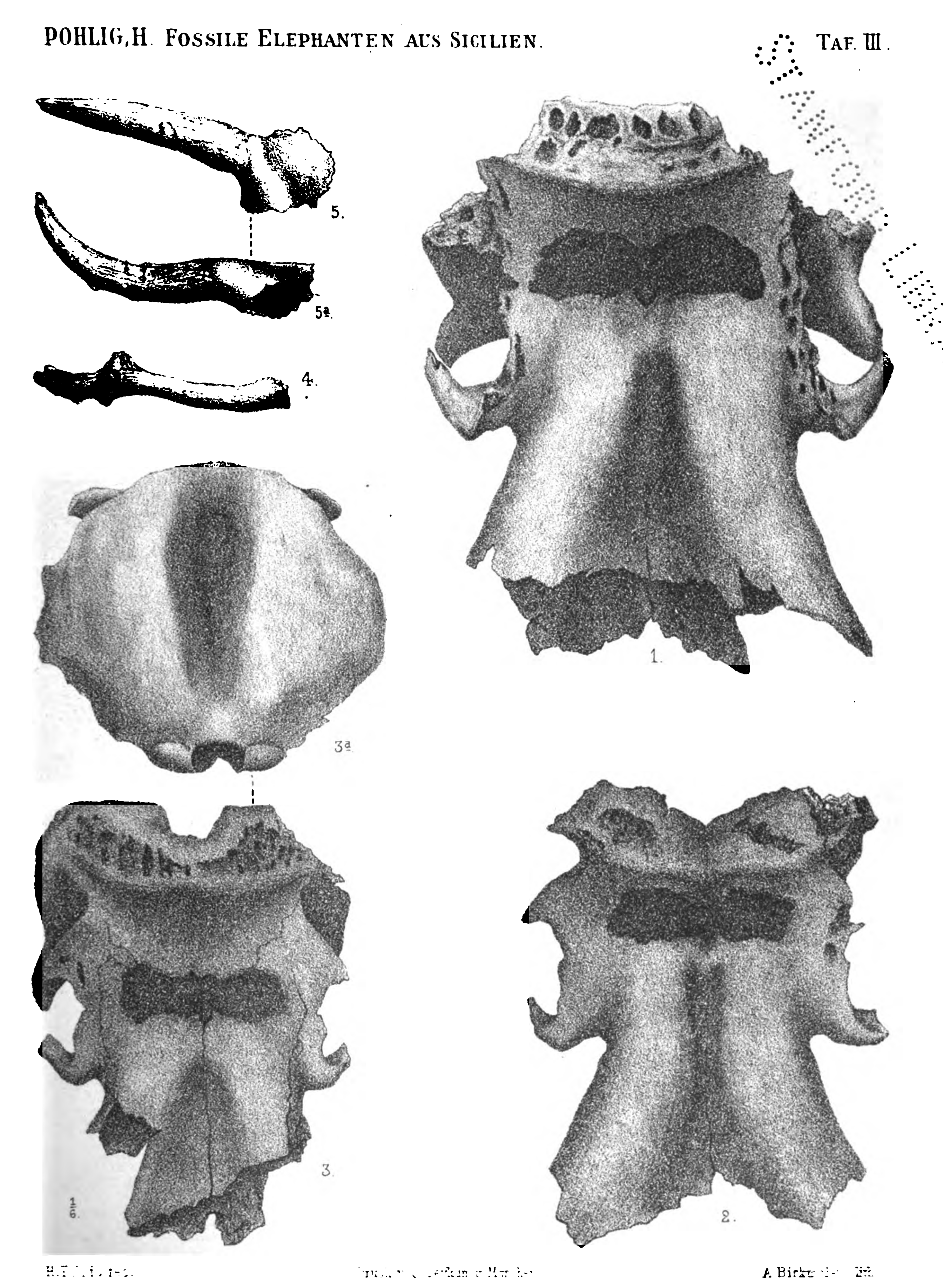
Elephas (antiquus) Melitae Falc. von Sicilien.

Tafelerklärung.

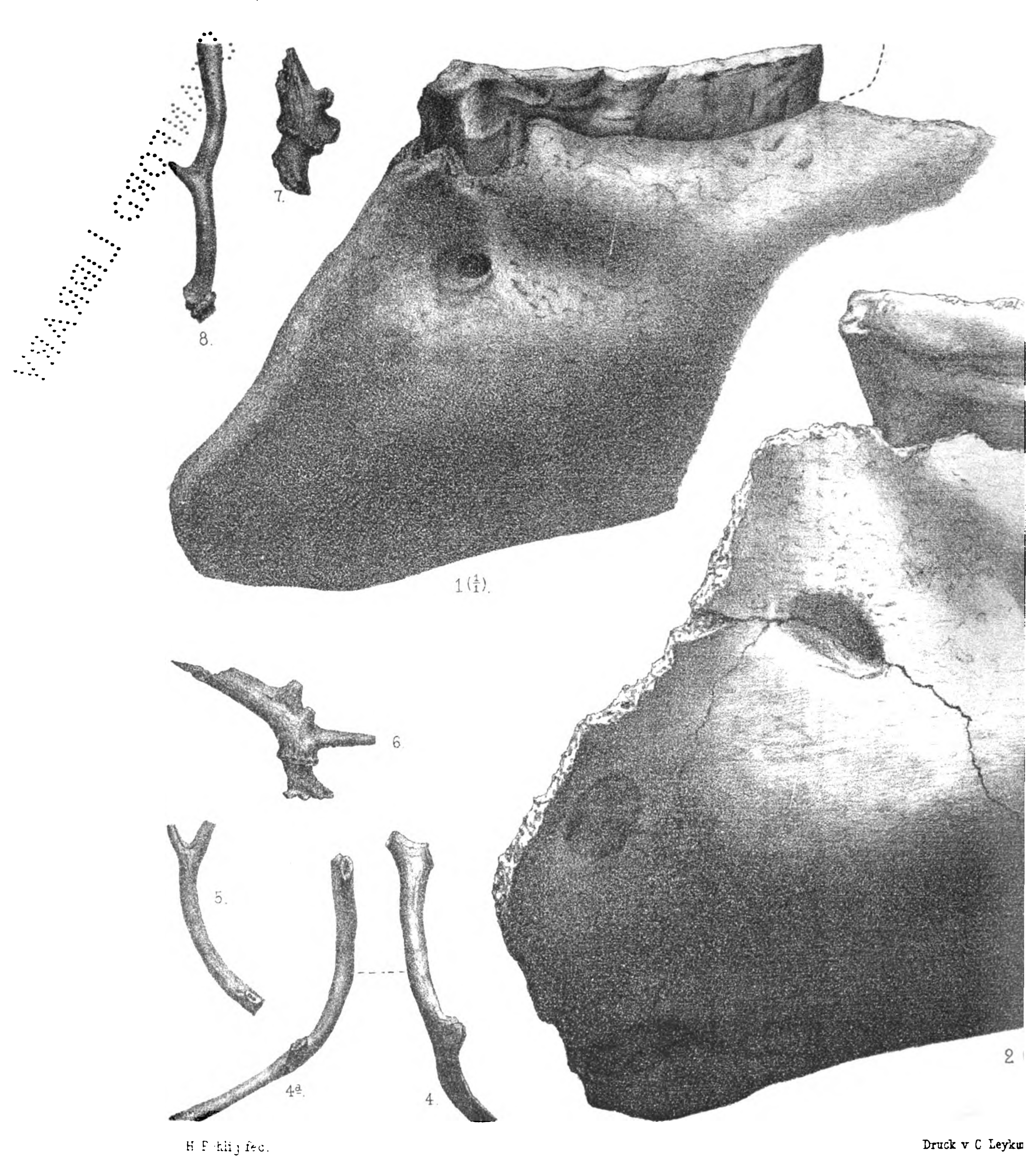
Tafel III.

Die Originale zu allen Figuren ($^1/_6$) sind aus der Grotta di Pontale;
Fig. 1—3*a*: *Elephas (antiquus) Melitae* Falc., zu Palermo.

		pag.
Fig. 1.	Cranium No. II in Frontalansicht	87
Fig. 2.	„ „ III „ „	88
Fig. 3, 3 *a*.	Kleineres und jüngeres (wohl ♀) Cranium IV in frontaler und occipitaler Ansicht	88
Fig. 4.	*Cervus (elaphus) Siciliae* Pohl., Geweihstumpf mit erhaltener Cranialpartie zu Bonn	104
Fig. 5. 5 *a*.	*Bison priscus* Boj., rechtsseitiger juveniler Hornzapfen mit der angrenzenden Cranialpartie, von oben (Fig. 5) und von vorn gesehen. Zu Bonn . . .	106



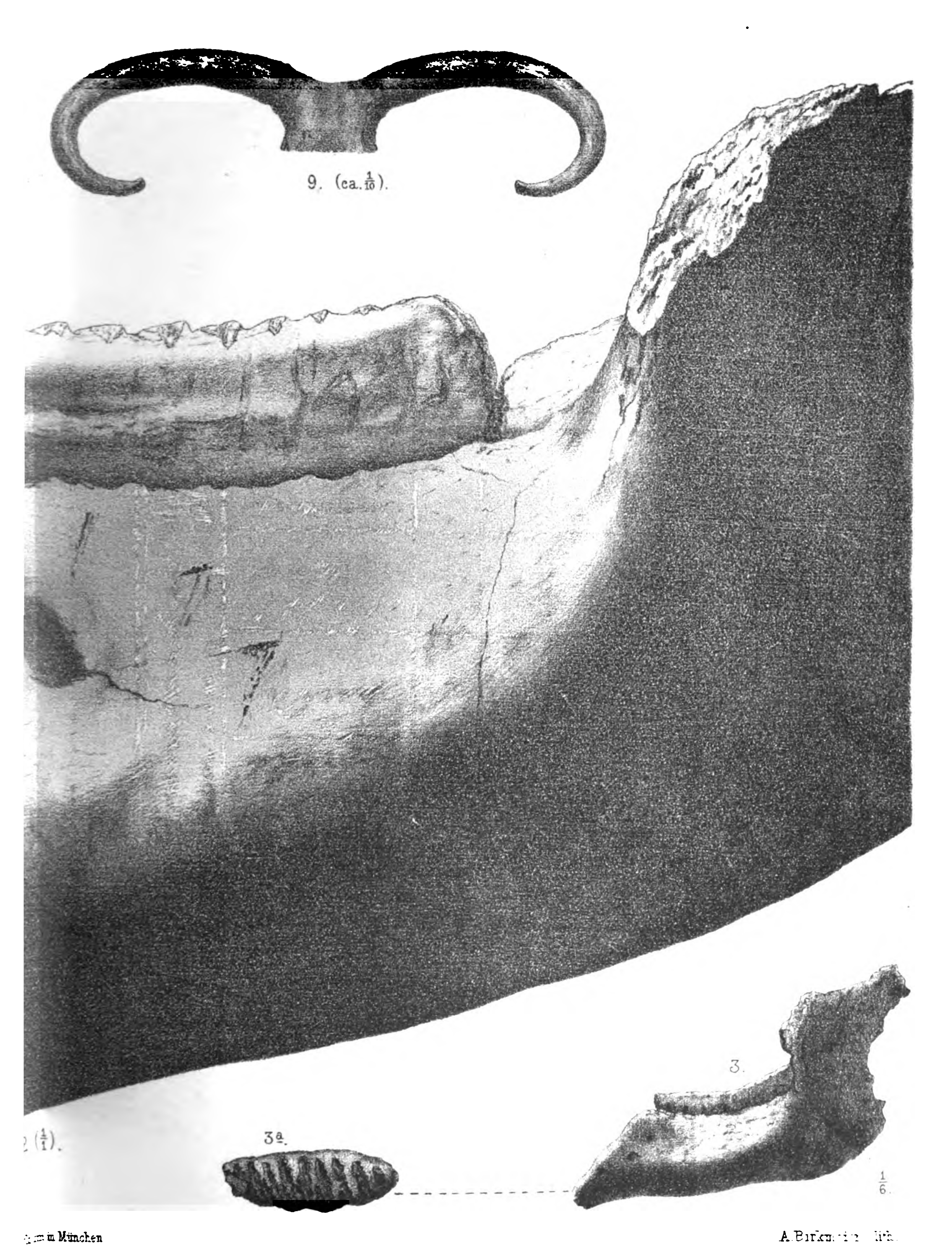
1-3: Elephas (antiquus) Melitae Falc. — 4: Cervus (elaphus) Siciliae Pohl.
5: Bison priscus Boj. (juv.). — Von Sicilien.



H. Pohlig fec.

Druck v. C. Leyku

1, 3 : Elephas (antiquus) Melitae Falc. _ 2 : E. antiquus Falc. (typus), von Ta
Von Sic



...m in München A. Birkm... lith.

...aubach. – 4-8: Cervus (elaphus) Siciliae Pohl. – 9: Bos primigenius Boj. –
...icilien.

Tafelerklärung.

Tafel IV.

Zu Fig. 1, 3—9 sind die Originale aus der Grotte Pontale.

		pag.
Fig. 1.	*Elephas (antiquus) Melitae* Falc., vorderer Theil eines linken Mandibelramus mit hinterstem Milchmolaren (s. Taf. V, Fig. 1) in Profilansicht von links, 1/1. Zu Bonn	92
Fig. 2.	*Elephas antiquus* Falc. emend. Pohl. s. str., vorderer Theil eines linken Mandibelramus mit hinterstem Milchmolaren (s. Taf. V, Fig. 2) und M. I., in Profilansicht von links, 1/1. Zu Bonn, von Taubach bei Weimar . . .	92
Fig. 3, 3*a*.	*Elephas (antiquus) Melitae* Falc., fragmentäre Mandibel mit wahrem Molaren in Profilansicht von links (Fig. 3), und letzterer von der Kaufläche gesehen (Fig. 3*a*), in 1/6. Zu Padua	93
Fig. 4—8.	*Cervus (elaphus) Siciliae* Pohl., Geweihfragmente in 1/8: Fig. 4, 4*a* extrem gebogen, und Fig. 6 mit doppeltem Eisspross, zu Padua; Fig. 5 mit lateraler Dichotomie an der Krone und Fig. 8 mit rudimentärem Mittelspross, zu Palermo; Fig. 7 stärkstes Exemplar, zu Bonn	104–105
Fig. 9.	*Bos (taurus) Primigenii* Boj., Cranium zu Palermo in theilweiser Ansicht von oben	106

Tafelerklärung.

Tafel V.

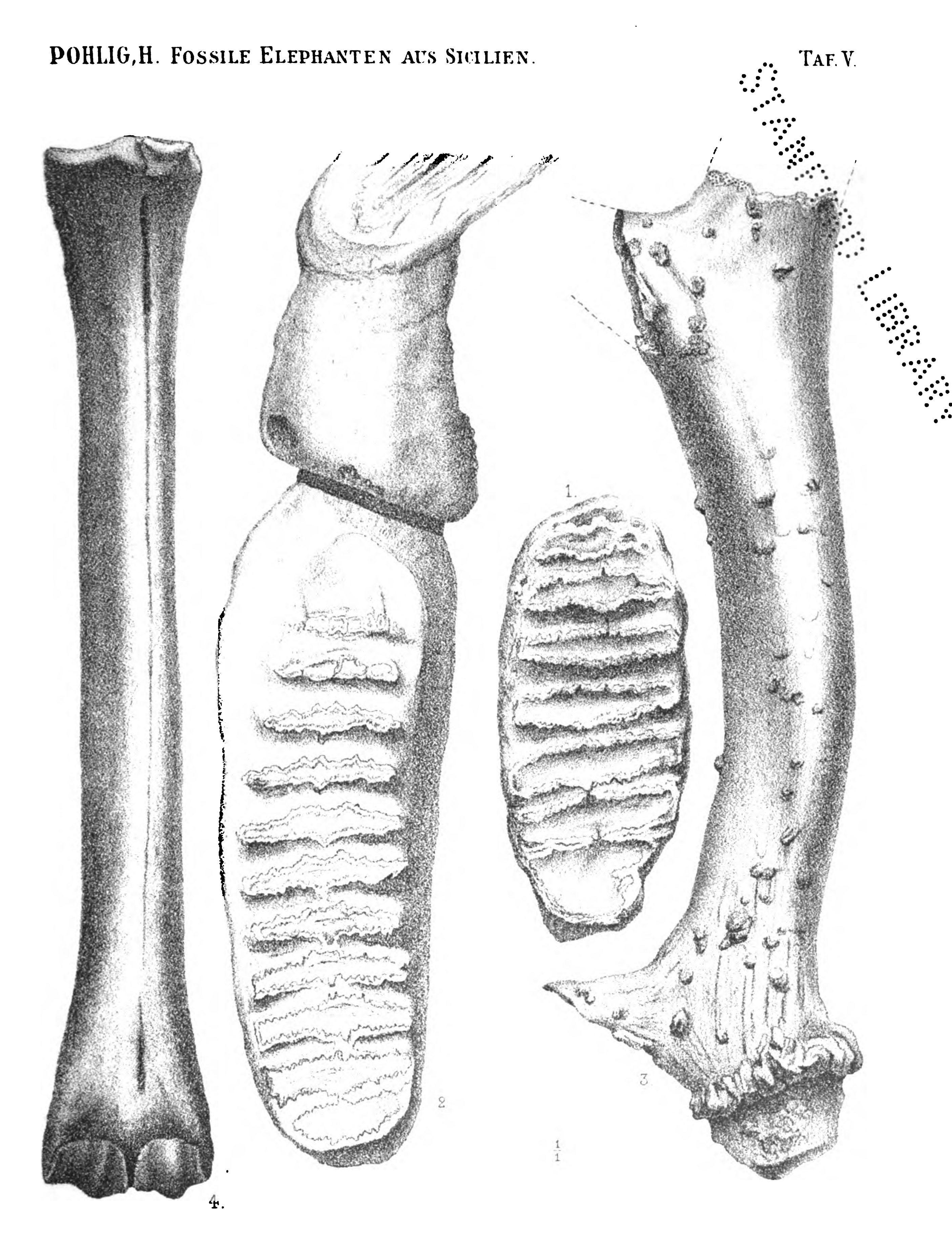
Alle Figuren sind in natürlicher Grösse, die Originale zu Bonn.

pag.

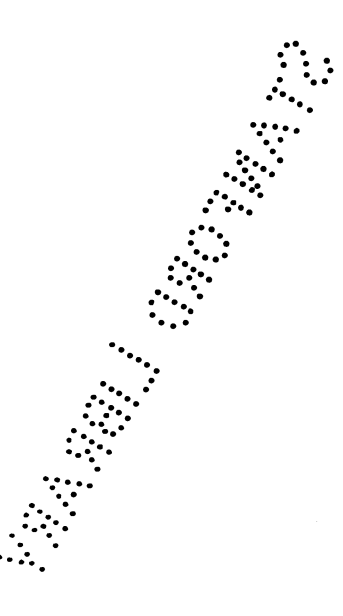
Fig. 1. *Elephas (antiquus) Melitae* Falc., Kauflächenansicht eines stark abradirten hintersten Milchbackzahnes (1. M. M. od. D_1) aus der Grotta di Pontale in Sicilien (s. Taf. IV, Fig. 1) 95

Fig. 2. *Elephas antiquus* Falc. emend. Pohl. s. str., Kauflächenansicht eines wohlabradirten hintersten Milchbackzahnes, — des einzigen bisher bekannten typischen, ganzen der Mandibel, — mit einem Theil des nachfolgenden noch nicht abradirten I. wahren Molaren (M. I.). Aus oberem Mittelplistocaen von Taubach bei Weimar (s. Taf. IV, Fig. 2) 95

Fig. 3, 4. *Cervus (elaphus) Siciliae* Pohl., Geweihstumpf (Fig. 3) und ausgewachsenes Metacarpale aus der Grotte Pontale 104



1: Elephas (antiquus) Melitae Falc. v. Carini, 1. M. M. i. s. 2: Elephas antiquus Falc (typus) v. Taubach, 1. M. M. i. s. + M. I... 3-4: Cervus Siciliae Pohl. _ Von Sicilien.



Theorie

der

Beugungserscheinungen

kreisförmig begrenzter, symmetrischer, nicht sphärischer Wellen.

Von

Dr. Rudolf Straubel.

Einleitung.

Bekanntlich ist das Bild eines einfarbigen Fixsternes im Fernrohr nicht „punktförmig“. sondern besteht vielmehr bei einem gut corrigierten Instrumente aus einer kleinen Scheibe, deren Helligkeit nach dem Rande zu abnimmt und einer Anzahl concentrischer, nahezu aequidistanter Ringe, die mit zunehmender Grösse ebenfalls rasch lichtschwächer werden. Bei weissem Lichte modificiert sich die Erscheinung insofern, als das in der Mitte weisse Scheibchen am Rande rötlich gesäumt erscheint, und die concentrischen Ringe Farben zeigen, deren Lebhaftigkeit nach aussen sich vermindert.

Die theoretische Erklärung dieser zuerst von W. Herschel[1]) und Fraunhofer[2]) genauer beobachteten Erscheinung wurde fast zu gleicher Zeit von Airy[3]) und Schwerd[4]) aus den Principien der Fresnel'schen Diffractionstheorie gegeben. Das Bild wird hiernach betrachtet als der Interferenzeffekt einer kreisförmig begrenzten, concaven, sphärischen Welle und zwar als derjenige Interferenzeffekt, welcher in einer durch das Centrum der Welle gehenden Ebene auftritt. Der besonders von Schwerd versuchte Nachweis der Uebereinstimmung der theoretischen Resultate mit den experimentell gefundenen Thatsachen fiel für die Theorie vollkommen befriedigend aus.

---

1) W. Herschel. Experiments of ascertaining, how far telescopes will enable as to determine very small angles . . . Phil. Trans. of the Royal soc. of London for the year 1805 part I pag. 31 etc. W. Herschel, Phaenomena produced by Apertures in Various figures (Theory of Light by J. Herschel § 766 1828).

2) Fraunhofer, Neue Modification des Lichtes . . . . Schumacher's astron. Nachr. t. II. Gilbert's Ann. LXXIV, 337. Denkschriften der Münchener Akademie t. VIII. 1823.

3) Airy, On the Diffraction of an Object-Glass with Circular Aperture. Trans. of the Camb. Phil. Soc. V 283.

4) Schwerd, Die Beugungserscheinungen aus den Fundamentalgesetzen... Mannheim 1835.

Für die Punkte ausserhalb der Fokalebene oder, bei endlicher Entfernung des leuchtenden Punktes, ausserhalb der Bildebene versuchte kurz darauf Knochenhauer[1]) die nötigen Formeln zu entwickeln; dieselben sind jedoch wenig durchsichtig und so blieb es Struve[2]) und Lommel[3]) vorbehalten, die Beugungserscheinungen kreisförmig begrenzter sphärischer Wellen theoretisch zu behandeln. Das Hauptergebniss dieser beiden Arbeiten, von denen diejenige Lommels auch die numerische und experimentelle Seite der Untersuchung in ausserordentlich umfassender Weise erledigte, ist der Nachweis der Bedeutung der Bessel'schen Functionen für das obige Problem, welcher Nachweis von Lommel[4]) in einer späteren Arbeit auch auf die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme ausgedehnt wurde.

Nachdem so die Untersuchungen bei kreisförmiger Begrenzung für sphärische Wellen erledigt waren, lag es nahe, einen Schritt weiter zu thun und nicht sphärische Wellen zu betrachten. Es war dies um so mehr geboten, als ja thatsächlich in den optischen Instrumenten die auf dem Boden der Dioptrik ideale Forderung vollständiger Beseitigung der sphärischen Aberration aus technischen Gründen unmöglich ist. Jedes Vorhandensein von sphärischer Aberration ist aber gleichbedeutend mit einer Abweichung der Wellen von der Kugel- oder Kreiscylinder-Gestalt. Daraus ergiebt sich die hervorragende Bedeutung der Behandlung der Beugungserscheinungen für andere als die bis dahin vorausgesetzten Wellenformen.

Lord Rayleigh[5]) scheint der erste gewesen zu sein, der die Wichtigkeit dieser Untersuchungen für die Theorie der optischen Instrumente mit klarem Blicke erkannte[6]) und es unternahm, unter diesem Gesichtspunkte

1) Knochenhauer, Die Undulationstheorie des Lichtes. Berlin 1839.

2) Struve, H. Ueber die allgemeine Beugungsfigur in Fernrohren. Mém. de l'ac. des sc. de St. Petersb. VII ser. vol. XXXIV. 1886.

3) Lommel, Die Beugungserscheinungen einer kreisrunden Oeffnung. Kgl. bayer. Akad. der Wiss. II. Cl. XV. Bd. II. Abt. 1884.

4) Lommel, Die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme. Kgl. bayer. Akad. der Wiss. II. Cl. XV. Bd. III. Abt. 1886.

5) Lord Rayleigh, Investigations in Optics, with special reference to the Spectroscope. Phil. Mag. Nov. 1879.

6) Allerdings war bereits früher der einfachste Typus einer nicht symmetrischen Cylinderwelle behandelt worden (Airy, Intensity of Light in the Neighbourhood of a Caustic. Trans. of



theoretische Darstellungen zu liefern. Er behandelte zunächst die zwei einfachsten[1]) Fälle cylindrischer Wellen und zwar für einen Spalt, der nach der einen Richtung gleich wie die Wellen unendlich ausgedehnt war und dessen Begrenzungslinien in der anderen Richtung den Erzeugenden des Wellencylinders parallel waren. Diese Typen haben in formeller Beziehung die Annehmlichkeit, dass die in Betracht kommenden Integrale nur von einer Coordinate abhängen und demnach für die Auswertung sowohl wie für die Discussion geringere Schwierigkeiten bieten. Was den Fall einer axial symmetrischen Welle bei kreisförmiger Begrenzung, also den für die Praxis wichtigsten Fall anbelangt, so beschränkt sich Rayleigh darauf, die Intensität des Axenbildpunktes für eine der vierten Potenz der linearen Oeffnung proportionale Aberration darzustellen. Er findet, dass die Intensität dieses Punktes bei einem Gangunterschiede der Central- und Rand-Strahlen von $\frac{\lambda}{8}$ auf 0,9464, von $\frac{\lambda}{4}$ auf 0,8003 und von $\frac{\lambda}{2}$ auf 0,3947 von derjenigen Intensität herabsinkt, welche der aberrationsfreien Welle entsprechen würde, und schliesst daraus, dass in dieser Ebene die Aberration ungefähr bei einer Gangdifferenz von einer viertel Wellenlänge merklich zu werden beginne. Er erwähnt aber auch, dass für die Zwecke der Praxis die Bedeutung dieses Resultates durch eine Veränderung der Einstellungsebene modificiert werden könne.

Mit diesen einleitenden Bemerkungen dürfte[2]) bereits die Behandlung

---

the Soc. of Camb. VI 379. 1834); es ist dies indess einerseits bei einer ganz anderen Gelegenheit, nämlich für die Theorie des Regenbogens geschehen, und es ist andererseits dieser Fall doch auch insofern verschiedener Natur, als die Welle beiderseits unendlich ausgedehnt angenommen werden konnte, so dass die künstliche physische Begrenzung hinwegfiel. Dass übrigens Airy sich der Bedeutung dieser Untersuchung bewusst war, zeigt der sehr allgemein gehaltene Titel der Abhandlung.

1) Das Wort „einfachste“ bezieht sich selbstverständlich auf das hier vorliegende Problem. Gemeint sind die Fälle, wo das Aberrationsglied der 3. resp. 4. Potenz der linearen Oeffnung proportional ist, die Integrale also die Form $\int e^{i(\alpha x + \beta x^3)} dx$ resp. $\int e^{i(\alpha x + \beta x^4)} dx$ besitzen. Der erstere dieser Fälle ist für die Theorie des Spektroskopes wichtig und von Rayleigh für die Bildebene der Centralstrahlen bei 4 Werten von β gegeben; der 2. besitzt keine hervorragendere Anwendung und ist aus diesem Grunde nur die Intensität der Bildlinie untersucht worden.

2) Man könnte einwenden, dass die von Mascart in seinem traité d'optique, t. I p. 413 gegebene Grundformel für unser Problem noch zu erwähnen gewesen wäre, indess ist dieselbe unrichtig. Es ist dieser Irrtum wahrscheinlich durch eine falsche Analogisierung veranlasst; er hat jedoch keine Folgen, da die allgemeine Formel nicht gebraucht, sondern nur das von Rayleigh gegebene reproduciert wird.

der in der Ueberschrift bezeichneten Aufgabe ihre Rechtfertigung gefunden haben, nämlich der Aufgabe, die Beugungserscheinungen kreisförmig begrenzter, axial symmetrischer, nicht sphärischer Wellen theoretisch darzustellen. Wir wollen indess, um die Bedeutung des Problemes in praktischer Beziehung etwas weiter darzulegen, noch einige Punkte berühren.

Der erste derselben ist die Frage nach der „Pointierungs"- oder „Einstellungs-Ebene". Diese Frage ist bisher auch für den auf Grundlage der Dioptrik idealen Fall sphärischer Wellenflächen weder theoretisch noch experimentell gelöst worden. Es ist nun zwar für denselben von vorneherein zu erwarten, dass die Einstellungsebene der dioptrisch bestimmten Bildebene ausserordentlich nahe liegt, aber der Schluss, dass sie mit ihr zusammenfällt, schwebt nichtsdestoweniger in der Luft. Fassen wir dieses Zusammenfallen aber als Behauptung auf, so wird dieselbe zwar sowohl durch direkte Messungen wie auf indirektem Wege gestützt, aber abgesehen davon, dass dieses Zusammenfallen doch nicht strenger bewiesen werden kann, als die Beobachtungsfehler zulassen, muss auch berücksichtigt werden, dass systematische mit modernen Hilfsmitteln und allen Cautelen angestellte Messungen in dieser Richtung bisher noch nicht unternommen worden sind. Es kann nun allerdings hierbei auch der Fall eintreten, dass die Einstellungsebene überhaupt keine bestimmte, von der Individualität des Beobachters einerseits und der Art des zur Untersuchung verwandten Objektes andererseits unabhängige ist, sondern mit diesen beiden Umständen variiert. Diese Schwankungen werden dann aber jedenfalls sehr gering sein und die Thatsache derselben trifft auch nicht die theoretische Bestimmung, wenigstens sofern man nur die physikalische Seite des Problems im Auge hat und nicht ausserdem Erfahrungsthatsachen physiologischer und psychologischer Natur der Lösung mit zu Grunde legen will.

Complicierter wird natürlich die theoretische Bestimmung der Pointierungsebene, wenn es sich nicht um streng corrigierte, sondern um mit Aberration behaftete Systeme handelt; aber gerade hier hat dieselbe ein grosses Interesse, da ja bereits von dioptrischen Gesichtspunkten aus Zweifel über die Lage derselben vorhanden gewesen sind. So hat man vielfach die Ebene des (dioptrisch definierten) „kleinsten Zerstreuungs-

kreises“ als Einstellungsebene betrachtet und diese Voraussetzung der rechnerischen Bearbeitung zugrunde gelegt. Vom Standpunkte der Wellentheorie aus hat ersteres natürlich von vorneherein gar keinen Sinn oder wenigstens keine Begründung; man muss vielmehr bei vorgegebener Construction eines Objektivs resp. Gestalt der austretenden Wellenfläche die Diffraktionserscheinungen für eine hinreichend enge Anzahl von Ebenen durchrechnen und dann die Ebene bester „Definition“ auswählen.

Mit diesen Betrachtungen kommen wir jetzt zum zweiten Punkte unserer Darlegung, nämlich zum Auflösungsvermögen eines Objektivs. Auf dem Boden der Dioptrik war dasselbe natürlich bei Steigerung des Correctionszustandes einer entsprechenden Erhöhung fähig und insbesondere entsprach einem dioptrisch vollständig corrigierten Objektiv in physikalischer Beziehung auch ein Auflösungsvermögen ohne Grenzen. Vom Standpunkte der Wellentheorie aus ergaben sich dagegen ohne Schwierigkeit für den dioptrisch idealen Fall bestimmte Schranken, die man zwar durch geeignete Massregeln, z. B. Abblendungen, etwas weiter hinausrücken kann, die aber nichtsdestoweniger vorhanden bleiben. Solche Grenzen sind sicher für jede beliebige andere Construction ebenfalls vorhanden, und die vorliegende Abhandlung will zum Teil die analytischen Hilfsmittel schaffen, welche bei gegebenem dioptrisch bestimmtem Correctionszustand eines Objektivs das Auflösungsvermögen desselben berechnen lassen. — Es ist von vorneherein sicher, dass dasselbe mit dem zur Untersuchung benutzten Objekte variiert und wir müssen desshalb entweder eine eindeutige Definition für das Auflösungsvermögen annehmen, oder die Möglichkeit haben, mit verschiedenen Objekten gewonnene Zahlen auf einander zu reducieren. Wenn Foucault [1]) z. B. seine Untersuchungen mit Gittern machte, so ist der hierbei gefundene Wert nicht zu vergleichen mit dem z. B. von Dawes [2]) an Doppelsternen gewonnenen. Da nun aber die Reduktion nur durch ausserordentlich complicierte analytische Entwicklungen einerseits und weitläufige numerische Rechnungen andererseits

---

1) Foucault. Mémoire sur la construction des télescopes en verre argenté. Annales de l'observ. de Paris. vol. V.

2) Dawes, Catalogue of micrometical measurements of double stars. Mem. of the Royal Astr. Soc. vol. XXXV.

ermöglicht werden könnte, so scheint die eindeutige Definition des Auflösungsvermögens der einzig brauchbare Ausweg zu sein. Freilich bietet auch dieser Schwierigkeiten, auf die indess hier nicht eingegangen werden soll.

Wir können weiter noch unter einem zweiten Gesichtspunkte das Auflösungsvermögen betrachten, nämlich an die Frage nach der Abhängigkeit desselben von einem gegebenen Correctionszustande die unmittelbar damit zusammenhängende schliessen, welcher von diesen dioptrisch definierten Zuständen oder welche Wellenform liefert das grösste Auflösungsvermögen. Man kann geneigt sein, dies dem dioptrisch idealen Falle, der streng sphärischen Welle zu vindicieren und in der That besteht diese Meinung auch unter Forschern auf diesem Gebiete. André[1]) z. B. sagt: .. ces imperfections ont toutes pour résultat de changer la forme du solide de diffraction théorique, de manière à augmenter en définive le diamètre du disque central correspondant à l'image d'un point. Tous les instrumentes affectés d'aberration ont donc, dans chaque cas, une constante de séparation plus grande que celles que nous venons de donner.

Man kann die Möglichkeit, ja die Wahrscheinlichkeit davon vollständig zugeben; aber man fragt doch unwillkürlich, wie kommt André zu dieser ganz bestimmt ausgesprochenen Behauptung. Rein erfahrungsmässig kann der Inhalt derselben nicht gewonnen sein, denn dann könnten wir doch nicht behaupten, dass er den Charakter der Allgemeingiltigkeit besitzt und auf analytischem Wege, durch blosse Discussion des Intensitätsausdruckes gefunden zu sein, dürfte bei der Compliciertheit der vorkommenden Ausdrücke äusserst unwahrscheinlich sein. Vielleicht hat André eine Vorstellung vorgeschwebt, wie sie auch sonst noch zu treffen ist[2]), dass nämlich eine Superposition der Beugungskreise und der dioptrisch bestimmten Aberrationskreise stattfände, eine Vorstellung indess, die auf dem Boden der Wellentheorie a priori keine Begründung hat.[3])

1) André, Étude de la diffraction dans les instruments d'optique. Annal. de l'école normale supérieure 1876.

2) Kramer, Allgemeine Theorie der 2 und 3 theiligen Fernrohrobjektive. Berlin 1885. p. 82.

3) Czapski z. B. sagt (Bemerkungen zu der Abhandlung von E. v. Hoegh: „Die sphärische Abweichung . . . . Zeitschr. für Instr.-Kunde, Jahrgang 8. 1888. Juni, pag. 203): Von Beugungsaberration zu reden, wie es z. B. Kramer thut, und die Grösse der Gesammtaberration so zu bestimmen, dass der Durchmesser des „sphärischen Aberrationskreises“ zu dem der „Beugungsaberration“ einfach hinzu addirt wird, erscheint doch sehr gewagt.“

Man muss also einerseits zwar die Möglichkeit der Richtigkeit des André'schen Satzes offen lassen, kann aber gleichwohl andererseits der Meinung sein, dass derselbe falsch ist, und dass man vielmehr bei einem nach dioptrischen Grundsätzen nicht vollständig corrigierten System unter Umständen eine Steigerung des Auflösungsvermögens erzielen kann. Es bedarf natürlich kaum der Erwähnung, dass für die Wellenform, welche die Eigenschaft des grössten Auflösungsvermögens besässe, die Abweichungen gegenüber der Kugelgestalt sehr gering sein und sich wahrscheinlich nur auf kleinere Bruchteile einer Wellenlänge belaufen würden. Ich lasse es weiter auch dahingestellt, ob die Technik in Bezug auf den Charakter der Glassorten und die präcise Erreichung der Dimensionen gegenwärtig oder in nächster Zeit in der Lage wäre, nach diesen Grundsätzen Objektive zu bauen, ob mit anderen Worten diese Untersuchungen einen direkten Nutzen für die Praxis haben könnten, und kann dies um so mehr thun, als die vorliegende Abhandlung dieses Problem nicht behandelt, aber ich wollte es nicht unterlassen, in dieser Richtung auf die, wenn auch nur entfernte, Möglichkeit eines Fortschrittes hinzuweisen.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist vielmehr, die analytischen Ausdrücke für die Beugungserscheinungen kreisförmig begrenzter symmetrischer, nicht sphärischer Wellen zu geben und sie für die Zwecke der Rechnung in geeigneter Weise darzustellen.

Die gegebenen Betrachtungen gliedern sich in folgender Weise:

Teil I. Aufstellung der Voraussetzungen und Fundamentalformeln.

Teil II. Entwicklung der letzteren für grössere Abstände von der Symmetrieaxe der Welle.

Teil III. Entwicklungen für Punkte in der Nähe dieser Axe.

Teil IV. Allgemeinere Feststellungen über die betrachtete Lichtwirkung.

I. Aufstellung der Voraussetzungen und Fundamentalformeln.

Wir werden eine Reihe von Voraussetzungen allgemeinerer wie speciellerer Natur machen, die zunächst hier kurz angegeben werden mögen. Es sind dies folgende:

1) Die Benutzbarkeit der Stokes'schen Diffraktionsformeln und die Annahme eines bestimmten Vibrationszustandes der Welle.

2) Die Kleinheit der Neigung der Elementarstrahlen gegenüber der Wellennormale oder die Möglichkeit der Ersetzung der Neigung durch einen Mittelwert.

3) Die Kleinheit der Abweichungen der Wellenfläche von der Kugelgestalt und

4) Die Beschränkung der Untersuchung auf die der Axe nahen Punkte der Ebenen, die den Bildebenen der Strahlen der verschiedenen Zonen nahe liegen.

Eine genauere Präcisierung der Voraussetzungen kann leicht zeigen, dass die letzten drei, also die specielleren Charakters, keineswegs enger Natur sind, sondern vielmehr hinreichenden Spielraum lassen.

Was zunächst die Stokes'schen Diffraktionsformeln anbelangt, so besagen dieselben folgendes: Es sei auf dem Element $d\omega$ einer Wellenfläche eine Verschiebung von der Form $g(bt)$ gegeben. Betrachten wir dann die von diesem Element herrührende Störung am Endpunkte eines Radiusvektors d, der nur der Bedingung genügen muss, gegenüber der Wellenlänge gross zu sein, so zeigt dieselbe folgende Eigenschaften. Die bewirkte Verschiebung ist senkrecht zum Radiusvektor, liegt in der durch Radiusvektor und Verschiebungsrichtung in $d\omega$ gelegten Ebene und hat die Grösse $\frac{d\omega}{4\pi d} g'(bt-d)\cdot(1+\cos\vartheta)\sin\eta$, wo ϑ und η die Winkel zwischen Radiusvektor einerseits und Wellennormale resp. Verschiebungsrichtung in $d\omega$ andererseits bedeuten. Diese Formeln sind von Stokes auf Grund der Elasticitätstheorie abgeleitet worden [1]) und haben abgesehen von der Berücksichtigung der Polarisationsverhältnisse und der Neigung der

1) Stokes, On the dynamical theory of diffraction. Trans. of the Cambr. Phil. Soc. Vol. IX. p. 1. 1849.



Elementarstrahlen zur Wellennormale vor allem gegenüber den Fresnelschen den Vorzug, bei der Anwendung auf eine Vollwelle die Phase richtig zu geben.

Was zweitens den Vibrationszustand der Welle anbetrifft, so wollen wir von demselben zunächst in genetischer Weise eine Vorstellung zu gewinnen versuchen.

Wir betrachten zu diesem Zwecke eine ebene Welle mit geradlinigen und unter einander parallelen Schwingungen, deren Amplitudenverhältnisse und damit deren dynamische Möglichkeit wir in suspenso lassen. Wir stellen uns weiter vor, dass diese Welle sich in der Richtung der zu ihr Senkrechten fortbewegt und auf diesem Wege Verzögerungen erfährt, die um eine bestimmte Normale herum (axial) symmetrisch sind. Diese Verzögerungen sollen schliesslich in einem beliebigen Augenblicke den Gesammteffekt bewirkt haben, ein um jene Normale symmetrisch liegendes kreisförmiges Stück unserer Welle in eine (concave) Kugelcalotte zu verwandeln.

Einen solchen Process kann man bekanntlich physikalisch mit Hilfe eines Cylinders verwirklichen, falls dieser die Eigenschaft besitzt, einen von der Axe nach dem Mantel zu in bestimmter Weise abnehmenden Brechungsexponenten zu besitzen.

Es fragt sich nun, wie sind die Polarisationsverhältnisse dieses so deformierten Wellenteiles. Da wir uns den Process rein geometrisch denken wollen, also das Auftreten besonderer eventuell dynamisch bedingter polarisatorischer Effekte von vorneherein ausschliessen, so ist folgendes klar. Alle Schwingungsrichtungen auf dem betrachteten Teil der Kugelwelle fallen in die Curven, die durch den Schnitt dieser Kugel [1]) mit der Schaar derjenigen parallelen Ebenen entstehen, welche die Normalen und Schwingungsrichtungen unserer als Ausgangselement betrachteten ebenen Welle enthalten.

So liegt die Sache rein geometrisch betrachtet. Stellen wir nun aber weiter die Forderung, dass diese Bewegung nach dynamischen Rücksichten eine freie elastische Schwingung sein soll, so dürfen die Intensitäts- oder Amplituden-Verhältnisse nicht willkürlich sein. Als freie elastische

1) Die Schwingungen sollen in der Wellenfläche oder deren Tangentialebenen stattfinden.

Welle müssen ihre Punkte gleiche Phase besitzen, denn für solche Wellen gilt das Princip der Erhaltung der Schwingungsdauer. Ferner ist einzusehen, dass infolge der Erfahrungsthatsache, dass für die Erklärung der Erscheinungen des Lichtes die Compressibilität des Aethers nicht beansprucht werden darf, die Verschiebungen in jeder der oben genannten Ebenen gleich gross sein müssen. Stellen wir weiter die Forderung, dass innerhalb der Wellenfläche keine Reibungen vorkommen sollen, so resultiert daraus, dass die Bewegung in der im Raume fixiert gedachten Wellenfläche in einer einfachen (periodischen) Drehung dieser Fläche um eine Axe bestehen muss, die zur ursprünglichen Schwingungsrichtung und zur Symmetrielinie senkrecht steht und durch das Centrum der Welle geht.

Die vorliegenden Betrachtungen sind, wie man sieht, keineswegs streng dynamischer Natur, sondern sollen vielmehr im wesentlichen nur unsere Anschauung unterstützen. Würden wir auf Grund dieser Einsicht unsere Aufgabe [1]) behandeln, so würde dieselbe mehr unter einen mathematischen als physikalischen Gesichtspunkt fallen. Diese Beschränkung ist jedoch keineswegs nötig, denn die für die Kugel plausibel gemachte Art der Bewegung ist aus den Elementen der Elasticitätstheorie ohne weiteres als möglich herzuleiten und ist in der That der einfachste Fall der Bewegung auf einer kugelförmigen Wellenfläche.[2]) So weit über das rein theoretische Problem.

Was den wirklichen Zustand einer ursprünglich ebenen, geradlinig und gleichgerichtet polarisierten Welle, die durch die ungleich verzögernde Wirkung eines Objektivs eine Durchbiegung erfahren hat, anbetrifft, so ist derselbe ja allerdings ein anderer, da beim Hindurchtreten des Lichtes durch das Objektiv neue polarisatorische Effekte auftreten.[3]) Indessen wird derselbe bei einer kleinen Anzahl der dioptrischen Trennungsflächen für mässige Krümmungen derselben und geringes Oeffnungsverhältniss des Objektivs sicher nicht viel von dem obigen abweichen.[4])

1) Die für eine wenig von der Kugelgestalt abweichende Wellenform eintretenden Modificationen sollen hier als unbedeutend betrachtet werden.

2) Kirchhoff, Optik.

3) Bratuschek, Zeitschr. für wiss. Microscopie . . Bd. IX. 1892. p. 145.

4) Sehen wir von der strengen Berücksichtigung dieser besonderen Effekte ab, so ist klar, dass wir auch den oben geschilderten Zustand nicht in aller Strenge vorauszusetzen brauchen; die

Die zweite beschränkende Annahme war die Kleinheit der Neigung der Elementarstrahlen gegenüber der Wellennormale. Was es mit dieser jedoch für eine Bewandtniss hat, lässt sich leicht schätzen. Nehmen wir zu diesem Zwecke zunächst wieder eine sphärische Wellenfläche an, so ist bekanntlich in der Fokalebene für das $m$te Minimum, also den $m$ten dunklen Ring, der halbe vom Scheitel aus gerechnete Oeffnungswinkel (γ) annähernd durch den Wert $\frac{\lambda}{2R}(0{,}22 + m)$ gegeben, worin $2R$ die lineare Oeffnung und λ die Wellenlänge des angewandten Lichtes bedeutet. Nach der Formel von Stokes kommen die Cosinus der Winkel ϑ und $90-\eta$ vor. Nun ist offenbar $90-\eta$ höchstens gleich ϑ und im Durchschnitt nur halb so gross, ferner erreicht ϑ nur im Maximum die Grösse des vom Scheitel aus gerechneten Winkels γ, wir werden also höchstens Glieder von der Grösse $\frac{2-(1+\cos\gamma)\cos\gamma}{2}$ gegenüber der Einheit vernachlässigen, falls wir den Faktor $(1+\cos\vartheta)\sin\eta$ in der Stokes'schen Formel gleich 2 setzen. $\frac{2-(1+\cos\gamma)\cos\gamma}{2}$ lässt sich aber mit genügender Näherung durch $\frac{3}{4}\gamma^2$ darstellen. Vernachlässigen wir also z. B. Glieder, die höchstens $0{,}23 \cdot 10^{-6}$ betragen gegenüber der Einheit, so können wir — die mittlere Wellenlänge des Lichtes zu $0{,}55 \cdot 10^{-3}$ mm angenommen — die Rechnung bis zu einem Ringe, der durch die Gleichung $0{,}22 + m = 2R$ gegeben ist, als gesichert betrachten, oder mit anderen Worten, bis zu einem Ringe, dessen Index der Anzahl der Millimeter des Durchmessers der Oeffnung gleichkommt. — Man sieht also, dass jene Voraussetzung im Falle der Kugelwelle für nicht sehr kleine Oeffnungen und für den beobachtbaren Teil der Beugungserscheinung [1]) in der Fokalebene gleichgiltig ist, da sie immer von selbst in grösserer Annäherung als notwendig erfüllt erscheint.

Schwingungen auf der Kugelwelle können vielmehr auch ganz beliebige kleine Drehungen und Amplitudenänderungen erfahren. Gleiches gilt natürlich auch für eine nicht sphärische Wellenfläche. Indem wir uns vorbehalten, bei anderer Gelegenheit einen einfachen Fall mit Berücksichtigung der durch das Objektiv in den Polarisationsverhältnissen bewirkten Modification zu behandeln, wollen wir hier den obigen theoretischen Vibrationszustand voraussetzen.

1) Meines Wissens sind nicht über 14 Ringe beobachtet worden.

Gehen wir jetzt von der sphärischen Welle zu der mit Aberration behafteten über, und ziehen wir dabei nicht bloss die Bildebene der Centralstrahlen in Betracht, sondern die Bildebenen sämmtlicher Zonen und auch noch die nächste Umgebung beiderseits, so sieht man, dass erst diese Momente die Betonung der Voraussetzung nötig machen.

Es ist übrigens unmittelbar klar, dass wir die vorliegende Annahme auch in anderer Weise, nämlich so aussprechen können, dass geringe Neigung der Wellenfläche gegenüber den benachbarten Teilen einer sich anschmiegenden Kugelfläche, oder noch anders, geringe Fokusdifferenzen für die verschiedenen Zonen voraussetzen. Dass aber auch diese Annahme keineswegs enger Natur ist, folgt daraus, dass nur die Cosinus der betrachteten Neigungswinkel in die Formel eingehen, also von vorneherein nur Grössen 2. Ordnung, die Winkel als solche 1. betrachtet, vernachlässigt werden.

Die gemachten Voraussetzungen scheinen uns nicht ein sicheres Urteil über die Vernachlässigungen zu erlauben, welche wir begehen, wenn wir an die Stelle des für unsere nicht sphärische Welle dynamisch möglichen Polarisationszustandes den oben skizzierten für die Kugelfläche möglichen substituieren.[1]) Andererseits aber ist es — die Möglichkeit einer continuirlichen Aenderung des Vibrationszustandes bei stetiger Aenderung der Form der Wellenfläche zugegeben — sogar wahrscheinlich, dass bei der von uns vorausgesetzten Kleinheit der Abweichungen der Wellenfläche in Radiusvektor und Neigung, nur Glieder 2. Ordnung vernachlässigt werden, wenn man die Abweichungen als solche 1. betrachtet.

Bei der vorliegenden Unsicherheit wollen wir, ohne auch nur zu versuchen, die Möglichkeit der Vernachlässigungen plausibel zu machen, diese letztere einfach als neue Voraussetzung behandeln. Wollten wir übrigens eine der früheren gleiche genetische Vorstellung als begründet ansehen, so könnten wir aus dieser Voraussetzung wenigstens den die

1) Hier ist eine Bemerkung zu machen. Im Allgemeinen sind für jede Form einer freien elastischen Welle eine ganze Reihe von Vibrationszuständen möglich; wenn wir nun hier nur von einem einzigen gesprochen haben, so soll darunter derjenige verstanden sein, welcher bei einer kontinuirlichen bis zum Verschwinden fortgesetzten Verkleinerung der für die nicht sphärische Welle charakteristischen Constanten durch eine Reihe dynamisch möglicher Zustände zu dem obigen für die Kugel auf ebenfalls — falls dies überhaupt möglich ist — continuirlichem Wege hinführt.

Schwingungsrichtung betreffenden Teil herausnehmen und liessen dann bloss die Frage nach der Amplitude offen. Da jene strengere Begründung indessen fehlt, so mögen beide Teile in der Voraussetzung bleiben.

Diese letztere enthält jedoch noch eine Unbestimmtheit, nämlich die der Art und Weise, wie der Vibrationszustand auf der Kugel auf die nicht sphärische Fläche übertragen werden soll. Da dies bei unserer mangelnden dynamischen Einsicht etwas willkürlich ist, und höchstens das Motiv, möglichst geringe Abweichungen auf den beiden Flächen zu erhalten, also z. B. die Vibrationszustände auf möglichst benachbarte Punkte zu übertragen, von Bedeutung sein könnte, so haben hier die analytischen Rücksichten auf Einfachheit in Verbindung mit dem Schwingungszustand der Kugel ein entscheidendes Gewicht, und wir treffen mit Rücksicht hierauf unsere Bestimmungen in folgender Weise.

Die Bewegung in unserer Wellenfläche soll der Amplitude nach durch eine einfache periodische Rotation um eine feste Axe gegeben sein. Diese Axe soll durch den Mittelpunkt der im Symmetriepunkte sich anschmiegenden Kugel gehen und senkrecht zur Symmetrielinie liegen. Was zweitens die Richtung anbetrifft, so sollen die Vibrationen in den Schnittlinien der zur Drehungsaxe senkrechten Ebenen mit der Wellenfläche stattfinden. Die Bewegung soll also stets innerhalb der Wellenfläche vor sich gehen. Statt der ersteren Bedingung, wonach die Amplitude dem Abstand eines Punktes der Wellenfläche von der genannten Axe proportional ist, können wir übrigens auch die andere substituieren, dass sie dem Abstand der die Schwingung enthaltenden geraden Linie von jener Axe proportional sein soll. Denn dies würde nur auf Vernachlässigung von Grössen 2. Ordnung hinauslaufen, wenn wir wiederum die Abweichungen der beiden Wellenflächen in Radiusvektor und Neigung als solche 1. Ordnung betrachten.

Gehen wir schliesslich zu unseren beiden letzten Voraussetzungen über, so ist darüber nur zu sagen, dass die Abweichungen der Wellenflächen im Radiusvektor für praktische Zwecke höchst wahrscheinlich kaum eine Wellenlänge betragen dürften.

Präcisieren wir jetzt unsere Annahmen noch einmal, so können wir kurz sagen. Es wird vorausgesetzt:

1) Die Benutzbarkeit der Stokes'schen Formeln unter Zugrundelegung eines im Grenzfalle der Kugel dynamisch möglichen Vibrationszustandes.

2) Die Kleinheit der Störungen der Welle in Radiusvektor und Neigung.

3) Die Beschränkung auf die der Axe nahen Punkte der Bildebenen der verschiedenen Zonen und deren nächster Umgebung.

Wir haben bisher eine Voraussetzung nicht erwähnt, nämlich die der Beschränkung in der Grösse des Oeffnungswinkels und geschah dies aus dem Grunde, weil die Präcisierung derselben in bequemer Weise sich erst später geben lässt. Bisweilen ist diese Grösse nämlich fast ganz ohne Einfluss und kann dann die einfallende Welle fast halbkugelförmig sein; bisweilen aber müssen wir auch, wie z. B. bei dioptrisch weniger corrigierten Systemen, eine starke Beschränkung im Oeffnungswinkel eintreten lassen.

Keine einengenden Voraussetzungen sind dagegen nötig in bezug auf die Anzahl der Aberrationsglieder und kann in dieser Beziehung die Aufgabe in voller Allgemeinheit behandelt werden; nichtsdestoweniger wollen wir jedoch der Einfachheit halber uns auf die der 4. und 6. Potenz der linearen Oeffnung proportionalen Glieder beschränken und uns begnügen, an den betreffenden Stellen darauf hinzuweisen, dass keine principiellen Veränderungen in der Entwicklung bei Mitnahme beliebig vieler Glieder eintreten würden.

Wir wenden uns jetzt zur Aufstellung der Grundformeln und haben zu diesem Zwecke zunächst das Coordinatensystem und die Bezeichnungen zu wählen.

Den Anfangspunkt des ebenen, rechtwinkligen Coordinatensystems verlegen wir in den Scheitel (Symmetriepunkt) des begrenzten Wellenstückes, die z Axe senkrecht zur Wellenfläche (positiv in der Richtung der Fortpflanzung des Lichtes gerechnet), und

die x Axe parallel der Vibrationsrichtung im Scheitel.[1])

1) Ueber die positive Richtung der x und y Axe brauchen wir schon aus Symmetriegründen keine Bestimmung zu treffen.

Ferner seien:

x, y, z die Coordinaten eines Punktes der Wellenfläche,

ξ, η, ζ „ „ des untersuchten „Bildpunktes“,

t die Zeit,

Θ die Schwingungsdauer des angewandten Lichtes,

λ die Wellenlänge desselben,

d die Entfernung eines Punktes der Wellenfläche von einem „Bildpunkte“,

R der Radius der kreisförmigen Begrenzung,

$d\omega$ ein Element der Wellenfläche.

Schliesslich führen wir noch die Grössen $r, \varphi, \varrho, \chi$ durch die Gleichungen $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$, $\xi = \varrho\cos\chi$, $\eta = \varrho\sin\chi$ ein.

Indem wir jetzt in den Stokes'schen Formeln unter $g\,(bt)$ nicht eine Verrückung, sondern die Geschwindigkeit derselben verstehen, — was ohne weiteres gestattet ist — und dieselbe in der Form $A'\sin 2\pi\frac{t}{\Theta}$ ansetzen, gilt es zunächst, die Variabilität des Faktors A' mit dem Orte auf der Wellenfläche darzustellen.

Um dies thun zu können, brauchen wir die Gleichung der Wellenfläche. Es ist wichtig, derselben eine Gestalt zu geben, welche einerseits in den vorkommenden Formeln zu analytisch einfachen Ausdrücken führt und andererseits die durch die Abweichungen von der Kugelgestalt veranlassten Wirkungen leicht übersehen lässt. Wir wählen die Form: $(f - z)^2 + \varepsilon r^2 = f^2$, worin ε den Ausdruck $1 + \varepsilon_1\left(\frac{r}{f}\right)^2 + \varepsilon_2\left(\frac{r}{f}\right)^4 + \ldots$ bedeuten soll. Für $\varepsilon_1\,\varepsilon_2 \ldots = 0$, also $\varepsilon = 1$ geht dieselbe offenbar in die Gleichung einer Kugelfläche vom Radius f über. Ebenso ist klar, dass im allgemeinen Falle f die Vereinigungsweite der Centralstrahlen bedeutet. $\varepsilon_1\left(\frac{r}{f}\right)^2$, $\varepsilon_2\left(\frac{r}{f}\right)^4$ etc. sollen das erste, zweite etc. Aberrationsglied heissen.[1])

Was die Gestalt der durch die obige Gleichung darstellbaren Wellenfläche anbelangt, so möge hier kurz folgendes bemerkt werden. Be-

---

1) Diese Bezeichnungsweise weicht insofern von der üblichen ab, als man gewöhnlich das in der Gleichung der Wellenfläche mit ε multiplicierte r^2 hinzurechnet und dann von Gliedern, welche der 4., 6. Potenz der linearen Oeffnung proportional sind, spricht.

schränken wir uns auf ein einziges Aberrationsglied, so liegt die Fläche ganz auf einer der Seiten der im Symmetriepunkte sich anschmiegenden Kugel und zwar im Falle eines positiven Gliedes auf der concaven (der den „Bildpunkten" zugewandten), im Falle eines negativen auf der convexen Seite. Sind zwei Aberrationsglieder beliebiger Ordnung vorhanden, so können wiederum die beiden vorigen Fälle eintreten; unter anderem geschieht dies immer dann, falls die beiden ε's gleiches Vorzeichen haben. Ist letzteres nicht der Fall, so kann die Fläche sowohl ganz auf jeder der Seiten, wie auch zum Teil auf der einen, zum Teil auf der anderen liegen. Letzteres vorausgesetzt liegt sie, wenn man vom Symmetriepunkte aus nach dem Rande zu geht, zunächst auf der concaven, falls das Zeichen des niedrigeren Aberrationsgliedes positiv ist, auf der convexen, falls es negativ ist etc. Wir erhalten also, wenn wir bloss auf die Lage der Fläche zur sich anschmiegenden Kugel Rücksicht nehmen, folgende Typen, wobei der Symmetrie wegen [1]) immer nur die Hälfte der Welle gezeichnet ist.

Bei einem Aberrationsgliede Fig. Ia und Ib,

bei zwei Aberrationsgliedern die vorigen und Fig. IIa und IIb,

„ drei „ sämmtliche früheren und Fig. IIIa und IIIb etc. Ueberhaupt erhält man, falls man zu einer um 1 höheren Anzahl von Aberrationsgliedern übergeht, immer zwei Typen mit je einem Schnittpunkte mehr, als die vorausgegangenen besassen, zu sämmtlichen früheren Typen hinzu. — Alles dies ist aus den Elementen der Algebra klar und bekannt.

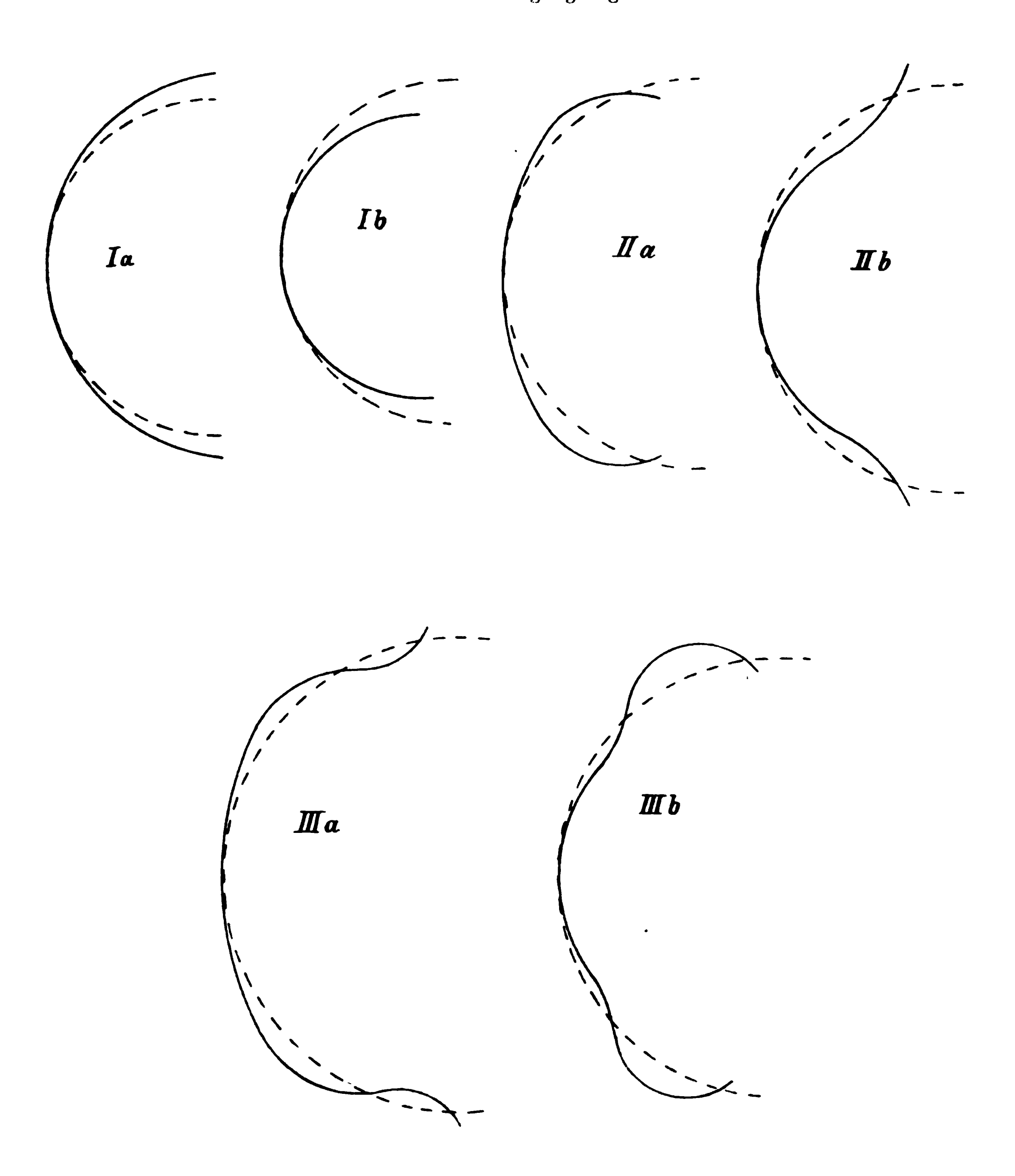
Wir wollen weiter, um später nicht aufgehalten zu werden, von einigen für die Beurteilung von Vernachlässigungen wichtigen Grössen auf Grund unserer früheren Annahmen die Grenzwerte oder wenigstens deren Grössenordnung bestimmen. Es sind dies die Grössen ε resp.

$$\varepsilon - 1 = \varepsilon_1 \left(\frac{r}{f}\right)^2 + \varepsilon_2 \left(\frac{r}{f}\right)^4 + \ldots = \nu \quad \text{und}$$

$$\mu = 2\,\varepsilon_1 \left(\frac{r}{f}\right)^2 + 3\,\varepsilon_2 \left(\frac{r}{f}\right)^4 + 4\,\varepsilon_3 \left(\frac{r}{f}\right)^6 + \ldots$$

1) Da in der Gleichung der Wellenfläche $2f - z$ mit z ohne Aenderung vertauscht werden kann, so ist dieselbe gegenüber einer zur Axe senkrechten durch den Punkt o, o, f gehenden Ebene symmetrisch.




------ Schmiegungskugel
Ia
Ib
IIa
IIb
IIIa
IIIb

Was die erstere, also ν anbetrifft, so gelangen wir zu dem genannten Zwecke sehr leicht auf dem folgenden Wege.

Wir haben bereits früher erwähnt, dass die Abweichung der Wellenfläche von der Kugelgestalt im Radiusvektor kaum eine Wellenlänge betragen darf. Nehmen wir nun den vom Punkte o, o, f gezogenen Radiusvektor, so ist die genannte Abweichung gleich $f - \sqrt{r^2 + (f-z)^2}$ oder mit Benutzung der Gleichung für die Wellenfläche $f - \sqrt{f^2 + (1-\varepsilon) r^2}$. Setzen wir als Maximalwert hierfür λ, so muss, da f bereits nach den Voraussetzungen der Stokes'schen Formeln gegenüber der Wellenlänge gross sein sollte, mit hinreichender Näherung

$$(\varepsilon - 1)\left(\frac{r}{f}\right)^2 < \frac{2\lambda}{f} \qquad 1)$$

sein. Da $\varepsilon - 1$ fast immer in Verbindung mit dem Faktor $\left(\frac{r}{f}\right)^2$ vorkommen wird, so mag die Ungleichung in der vorliegenden Form stehen bleiben.

Wir wenden uns weiter der Grenzbestimmung für μ zu. Differentiieren wir zu diesem Zwecke die Gleichung der Wellenfläche, so erhalten wir:

$$2\frac{\partial z}{\partial r}(f - z) = \frac{\partial(\varepsilon r^2)}{\partial r} = \frac{\partial(\varepsilon r^2)}{\partial r^2} \cdot 2r \text{ oder}$$

$$\frac{\partial z}{\partial r} \cdot (f - z) = r\left\{1 + 2\varepsilon_1\left(\frac{r}{f}\right)^2 + 3\varepsilon_2\left(\frac{r}{f}\right)^4 + .\right\}$$
$$= r(1 + \mu) \qquad 2)$$

Der Umstand, dass in der vorliegenden Form für μ ein Differentialquotient vorkommt, und μ selbst durch eine Differentiation gewonnen werden kann, lässt darauf schliessen, dass wir zu einer Grenzbestimmung für μ gelangen werden, falls wir die Neigungsabweichungen unserer Wellenfläche gegenüber der bekannten Kugelfläche, oder, was ungefähr auf dasselbe hinausläuft, die Richtungsdifferenz zwischen Normale und dem vom Punkte o, o, f nach dem fraglichen Punkte gezogenen Radiusvektor betrachten.

Nennen wir die Winkel zwischen der z Axe einerseits und der Normale resp. dem Radiusvektor andererseits ψ' resp. ψ [1]), so bestehen offen-

1) In der üblichen analytischen Bezeichnungsweise würden dieselben $\pi - \psi'$ und $\pi - \psi$ heissen.

bar die Gleichungen $\frac{r}{f-z} = \operatorname{tg} \psi$ und $\frac{\partial z}{\partial r} = \operatorname{tg} \psi'$ und demnach

$$\operatorname{tg}(\psi' - \psi) = \frac{\frac{\partial z}{\partial r} - \frac{r}{f-z}}{1 + \frac{\partial z}{\partial r} \cdot \frac{r}{f-z}}.$$

Ersetzen wir hierin $\frac{\partial z}{\partial r}$ durch (2) $\frac{r}{f-z}(1+\mu)$, so ergiebt sich

$$\operatorname{tg}(\psi' - \psi) = \frac{\mu \frac{r}{f-z}}{1 + \left(\frac{r}{f-z}\right)^2 (1+\mu)}$$

und hieraus das gesuchte μ zu

$$\frac{\left\{1 + \left(\frac{r}{f-z}\right)^2\right\} \operatorname{tg}(\psi' - \varphi)}{\frac{r}{f-z} - \left(\frac{r}{f-z}\right)^2 \operatorname{tg}(\psi' - \psi)},$$

oder mit Berücksichtigung der Gleichung der Wellenfläche zu

$$\operatorname{tg}(\psi' - \varphi) \cdot \frac{1 + (1-\varepsilon)\left(\frac{r}{f}\right)^2}{\frac{r(f-z)}{f^2} - \left(\frac{r}{f}\right)^2 \operatorname{tg}(\psi' - \psi)}$$

Wir haben es nun zwar als Voraussetzung hingestellt, dass die Neigungsabweichungen, also auch $\psi' - \psi$ klein sein sollen, und hätten bei der Wahl der Gleichung der Wellenfläche die Erfüllbarkeit derselben controlieren müssen, wollen jedoch hier umgekehrt aus den Abweichungen im Radiusvektor und der Gleichung der Wellenfläche selbst die Neigungsabweichungen (wenigstens der Grössenordnung nach) bestimmen.

Es ist nun zunächst plausibel, dass bei dem vorliegenden Typus der Wellenfläche die Neigungsabweichungen, bei einer gegebenen Anzahl von Aberrationsgliedern und gegebener Maximalabweichung im Radiusvektor, dann die grössten Maximalbeträge erreichen können, falls möglichst viel Schnittpunkte der beiden Flächen[1]) vorhanden sind. Dies sei der Fall.

1) Wir rechnen hier wie im folgenden die Flächen immer nur bis zur Begrenzung.

Wir wollen nun weiter annehmen, dass die Bogen, in welche ein Meridianschnitt der Wellenfläche durch jene Schnittpunkte geteilt wird, annähernd gleich gross sind und die Bogen selbst als Kreisbogen betrachtet werden können.[1]) Die Maximalabweichungen in der Neigung finden dann selbstverständlich in den Schnittpunkten statt und lassen sich darstellen durch die halbe Differenz oder Summe der Centriwinkel, welche den beiden benachbarten Bogen (der Wellenfläche nämlich und der bekannten Kugelfläche) angehören, oder wenn man mit ϑ_0, ϑ_1, ϑ_2 die Sehne und die beiden Radien der flachen Bogen bezeichnet, näherungsweise durch $\frac{\vartheta_0}{2}\left(\frac{1}{\vartheta_1} \mp \frac{1}{\vartheta_2}\right)$. Nun ist aber andererseits die Summe oder Differenz der Pfeilhöhen der Bogen durch $\frac{1}{2}\left(\frac{\vartheta_0}{2}\right)^2\left\{\frac{1}{\vartheta_1} \pm \frac{1}{\vartheta_2}\right\}$ gegeben, und demnach der Neigungswinkel an den Endpunkten durch das Produkt aus $\frac{4}{\vartheta}$ und dem grössten Abstand der beiden Bogen. Soll dieser letztere Faktor höchstens λ betragen, und nehmen wir $2n$ Schnittpunkte der beiden Flächen an, so ist also $\operatorname{tg}(\psi' - \psi)$ oder $\psi' - \psi$ gleich oder kleiner als $4n\lambda$ dividiert durch den halben Meridianbogen der Wellenfläche oder mit Verstärkung der Bedingung: $\psi' - \psi \overline{\gtrless} \frac{4n\lambda}{R}$.

Die zuletzt gemachten Voraussetzungen über die Grösse der einzelnen Bogen und ihre Gestalt brauchen natürlich keineswegs erfüllt zu sein, andererseits aber handelt es sich für uns auch nur darum, ein Urteil über die Grössenordnung von $\psi' - \psi$ und damit von μ zu gewinnen und es wird in den meisten Fällen gleichgiltig sein, ob ein Neigungswinkel unter Umständen das Zehnfache des soeben festgesetzten Wertes erreicht.

Wie man sieht, wächst die Maximalgrenze der Neigungswinkel mit wachsender Anzahl der Schnittpunkte; wir dürfen diese also nicht, ohne gleichzeitig die Maximalgrenze für die Abweichungen im Radiusvektor herunterzusetzen, beliebig wachsen lassen. In der That aber dürfen wir auch, um nicht enorme Weitläufigkeiten der Rechnung zu haben, höchstens 4 bis 5 Aberrationsglieder zulassen, die also ihrerseits höchstens 3 bis 4 Schnittpunkte bewirken könnten. Demnach ist $\psi' - \psi$ für alle

1) Da es uns nur auf die Bestimmung der Grössenordnung von μ ankommt, ist die Frage nach der Möglichkeit dieses Falles ziemlich gleichgiltig.

Arten der jetzt üblichen Objektive eine kleine Grösse. Ist nun $\frac{f-z}{r}$ beträchtlich grösser als $\psi' - \psi$, so ergibt sich $\mu\frac{r}{f}$ zu $\frac{\psi'-\psi}{f-z}\cdot f$ und also der Maximalwert von $\mu\frac{r}{f}$ zu $\frac{f}{f-z}\cdot\frac{4\,n\,\lambda}{R}$, der von $\mu\left(\frac{r}{f}\right)^2$ zu $\frac{4\,n\,\lambda}{f-z}$ — 3) Alles dies natürlich nur auf Grund der früheren vereinfachenden Annahmen.

Da nach den früheren Festsetzungen die Amplitude und damit die Vibrationsgeschwindigkeit eines Punktes der Wellenfläche dem Abstand desselben von der durch den Vereinigungspunkt der Centralstrahlen gelegten zur y Axe Parallelen proportional sein soll, so müssen wir den Faktor A' durch $A\cdot\frac{\vartheta}{f}$ darstellen, worin ϑ den genannten Abstand bezeichnen soll und demnach A ersichtlich die Amplitude der Vibrationsgeschwindigkeit im Symmetriepunkte bedeutet. Denke ich mir jetzt durch jenen Punkt der Wellenfläche eine zur y Axe senkrechte Ebene gelegt, so ist der Abstand ϑ die Entfernung zweier Punkte mit den Coordinaten x, z und o, f, also durch $\sqrt{x^2+(f-z)^2}$ gegeben. Dieser Ausdruck kann mit Hilfe der Gleichung der Wellenfläche auf die Form $\sqrt{f^2-y^2+(1-\varepsilon)\,r^2}$ gebracht werden und es wird demnach die Amplitude der Vibrationsgeschwindigkeit $\frac{\sqrt{f^2-y^2+(1-\varepsilon)\,r^2}}{f}\cdot A$.

Würden wir an Stelle des Abstandes der betrachteten Geraden von einem Punkte der Wellenfläche den Abstand jener Geraden von der die Schwingung enthaltenden Tangente nehmen, so hätten wir offenbar nur ϑ mit dem Cosinus des Winkels zwischen dem ersteren Abstande und der Normalen (des Schnittes der Wellenfläche mit der Ebene $y=$ Const) im fraglichen Punkte zu multiplicieren. Dieser Cosinus lässt sich durch

$$\frac{(f-z)^2+x^2\,(1+\mu)}{\sqrt{(f-z)^2+x^2}\cdot\sqrt{(f-z)^2+x^2\,(1+\mu)^2}}$$

darstellen, worin μ unseren Ausdruck $2\,\varepsilon_1\left(\frac{r}{f}\right)^2+3\,\varepsilon_2\left(\frac{r}{f}\right)^4+\ldots$ bedeutet. Bringen wir den Cosinus auf die Form

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{\mu\,x^2}{(f-z)^2+x^2\,(1+\mu)}}\cdot\sqrt{1+\frac{\mu\,x^2+\mu^2\,x^2}{(f-z)^2+x^2\,(1+\mu)}}},$$

so sehen wir, dass in der Differenz desselben gegenüber 1 höchstens Glieder, die mit μ^2 multipliciert sind, vorkommen. Da nun — ausser für Systeme mit sehr grossem Oeffnungswinkel — $\frac{x^2}{(f-z)^2 + x^2(1+\mu)}$ eine Grösse von derselben Ordnung wie $\left(\frac{r}{f}\right)^2$ ist, so ist das mit μ^2 multiplicierte grösste Glied von der Grössenordnung $\left(\frac{f}{f-z}\cdot\frac{4n\lambda}{R}\right)^2$ und es sind demnach die nach den beiden Annahmen gefundenen Ausdrücke für A' selbst für die meisten Mikroskopobjektive hinreichend gleich.

Benutzen wir nun den ersteren $\frac{\sqrt{f^2 - y^2 + (1-\varepsilon)r^2}}{f}\cdot A$, so können wir mit der gleichen Beschränkung auf nicht allzu grosse Oeffnungswinkel — z. B. bis auf solche von 120^0 — für die meisten Objektive den Faktor $\sqrt{f^2 - y^2 + (1-\varepsilon)r^2}$ durch $\sqrt{f^2 - x^2}$ ersetzen, denn die begangene Vernachlässigung erreicht nur ein geringes Multiplum von $\frac{\lambda}{f}$.

Wir wenden uns jetzt zur Darstellung des Flächenelementes unserer Wellenfläche. — Indem wir mit N die Grösse der Normale bis zur Symmetrieaxe bezeichnen und die bereits früher eingeführten Winkel φ und ψ [1]) benutzen, erhalten wir für dasselbe: $d\omega = N \sin\psi \, d\varphi \cdot N d\psi = N^2 \sin\psi \, d\psi \, d\varphi$. Da nun aber $\sin\psi = \frac{N}{r}$ und $\operatorname{tg}\psi = \frac{\partial z}{\partial r}$ ist, so ergibt sich der Reihe nach:

$$d\omega = \frac{r^2 \, d\psi \cdot d\varphi}{\sin\psi} = \frac{r^2 \cos^2\psi \, d\varphi \cdot}{\sin\psi} d\left(\frac{\partial z}{\partial r}\right) = r^2 \cdot \frac{d\left(\frac{\partial z}{\partial r}\right)}{\frac{\partial z}{\partial r}} \cdot \frac{d\varphi}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial r}\right)^2}}.$$

Ersetzen wir hierin $\frac{\partial z}{\partial r}$ durch den aus 2) genommenen Wert $\frac{r}{f-z}(1+\mu)$,

also $$\frac{d\left(\frac{\partial z}{\partial r}\right)}{\frac{\partial z}{\partial r}} \text{ durch } \frac{d\left(\frac{r}{f-z}\right)}{\frac{r}{f-z}} + \frac{d\mu}{1+\mu}$$

und machen die gleiche Substitution nach Ausführung der Differentiation

1) pag. 127 und 130.

in dem Gliede $\frac{d\left(\frac{r}{f-z}\right)}{\frac{r}{f-z}}$, so erhält der Ausdruck für das Flächenelement die Form:

$$dw = r\,dr\,d\varphi \cdot \frac{(f-z)^2 + r^2(1+\mu)}{(f-z)^2\sqrt{1+\left(\frac{r}{f-z}\right)^2(1+\mu)^2}}$$

oder mit Benutzung der Gleichung der Wellenfläche:

$$\frac{r\,dr\,d\varphi}{f-z} \cdot \frac{f^2 + r^2(1-\varepsilon+\mu)}{\sqrt{f^2 + r^2\{(1+\mu)^2 - \varepsilon\}}}$$

Entwickle ich diesen Ausdruck nach steigenden Potenzen von $\frac{r}{f}$, so ergibt sich mit der für die Beurteilung der Vernachlässigungen zulässigen Beschränkung auf das erste Glied $f \cdot \frac{r\,dr\,d\varphi}{f-z}\left\{1 + \frac{r^2}{2f^2}(1-\varepsilon-\mu^2) + \cdots\right\}$ Es werden also hier wiederum Glieder von der Grössenordnung $\frac{\lambda}{f}$ und $\left(\frac{f}{f-z}\cdot\frac{4n\lambda}{R}\right)^2$ vernachlässigt, falls wir den Ausdruck für das Flächenelement in der Gestalt $f \cdot \frac{r\,dr\,d\varphi}{f-z}$ annehmen.

Es handelt sich weiter darum, die Verschiebungen resp. Vibrationsgeschwindigkeiten in einem „Bildpunkte“ nach den hierfür geltenden Regeln zusammenzusetzen. — Nach Stockes liegt die bewirkte Verschiebung senkrecht zum Elementarstrahl und in der durch diesen und die Verschiebungsrichtung in dem Element der Wellenfläche gelegten Ebene. Wir hätten also in der üblichen Weise die Verschiebungscomponenten nach jeder der Coordinatenaxen zu addieren und diese Summen wiederum zur Resultante zusammenzusetzen. Zu diesem Zwecke haben wir zunächst die Verschiebung am Ende eines Elementarstrahles mit dem Cosinus der Neigung desselben gegenüber der Axe zu multiplicieren. Es ist nun nach dem bereits früher angedeuteten klar, dass infolge der grossen Nähe der in betracht kommenden Teile zur Axe und der voraussetzungsmässigen Kleinheit der Longitudinalaberration wir ohne grössere Einbusse an Genauigkeit an Stelle der wirklichen Neigungswinkel die für den Punkt o, o, f, also den Vereinigungspunkt der Centralstrahlen

giltigen substituieren können; denn es werden hierbei von vorneherein nur Glieder von der Ordnung des Quadrates des Winkels vernachlässigt werden, welcher vom Scheitelpunkt der Welle aus gerechnet die in betracht kommende (beobachtbare) Erscheinung umfasst. Substituieren wir aber die genannten Winkel, so ergibt sich infolge des vorausgesetzten Polarisationszustandes, dass nur für die x und z Axe ein von Null wesentlich verschiedenes Resultat vorhanden ist, dass dagegen der für die y Axe gebildete Ausdruck nur durch die Abweichungen der Fläche von der Kugelgestalt bedingt ist und mit ihnen verschwindet.

Wir hätten demnach nur die Cosinus der Neigung der Vibrationsrichtung gegenüber den ersten beiden Axen zu bilden und hier mit den Ausdruck für die Vibrationsgeschwindigkeit in einem betrachteten Punkte zu multiplicieren, um durch Summirung über das wirksame Stück der Wellenfläche die resultierenden Componenten in einem Bildpunkte zu finden, wollen jedoch nichtsdestoweniger zum Zwecke einer strengeren Begründung auch den Ausdruck für den 3. Cosinus geben.

Nach den Voraussetzungen, die wir über die Vibrationsrichtungen auf der Wellenfläche gemacht haben, sind diese durch die Schnittlinien der der xz Ebene parallelen Ebenenschaar mit der Wellenfläche gegeben. Legen wir nun durch ein Element dieser Schnittlinien und den Punkt o, o, f eine Ebene, so liegt nach der Stokes'schen Regel die von diesem Element herrührende Elementarschwingung des Punktes o, o, f in dieser Ebene und senkrecht zur Verbindungslinie des Elementes mit diesem Punkte, oder, was dasselbe ist, sie liegt in der Normale einer durch die genannte Verbindungslinie senkrecht zu jener ersten Ebene gelegten zweiten Ebene. Bezeichnen wir die Coordinaten dieser beiden Ebenen mit x_1, y_1, z_1 resp. x_2, y_2, z_2 sowie beliebige den Neigungscosinus ihrer Normalen gegenüber den Axen proportionale Grössen mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \alpha_2, \beta_2, \gamma_2$, so gelten die Gleichungen: $\alpha_1 x_1 + \beta_1 y_1 + \gamma_1 (z_1 - f) = 0$

und $\alpha_2 x_2 + \beta_2 y_2 + \gamma_2 (z_2 - f) = 1,$

wobei augenscheinlich dem Umstande bereits Rechnung getragen ist, dass die beiden Ebenen durch den Punkt o, o, f gehen sollen. Sie sollen aber weiter auch durch den Punkt x, y, z gehen und dies liefert zwei weitere Gleichungen, nämlich:

$$\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 (z - f) = 0 \text{ und}$$
$$\alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 (z - f) = 0$$

Da nun ausserdem die erstere ein Linienelement der durch den Schnitt der Wellenfläche mit den Ebenen $y = \text{Const}$ gebildeten Curven enthalten und die zweite auf der ersten senkrecht stehen soll, so kommen nach den Regeln der analytischen Geometrie drei weitere Bedingungsgleichungen hinzu, nämlich:

$$\alpha_1 dx + \beta_1 dy + \gamma_1 dz = 0,$$
$$\alpha_2 \alpha_1 + \beta_2 \beta_1 + \gamma_2 \gamma_1 = 0$$

und die durch Differentiation der Gleichung der Wellenfläche mit Berücksichtigung von $y = \text{Const}$ gewonnene:

$$r^2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} dx + 2 x dx \cdot \varepsilon + 2 (z - f) dz = 0.$$

Indem wir nun zunächst $\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}$ bilden, erhalten wir aus

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial x} = \frac{2x}{r^2} \left\{ \varepsilon_1 \left(\frac{r}{f}\right)^2 + 2 \varepsilon_2 \left(\frac{r}{f}\right)^4 + . \right\}$$
$$r^2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} dx = 2 x dx \left\{ \varepsilon_1 \left(\frac{r}{f}\right)^2 + 2 \varepsilon_2 \left(\frac{r}{f}\right)^4 . . \right\}$$

und es geht demnach die differentiierte Gleichung der Wellenfläche mit Berücksichtigung von $\varepsilon + \varepsilon_1 \left(\frac{r}{f}\right)^2 + 2 \varepsilon_2 \left(\frac{r}{f}\right)^4 + . = 1 + \mu$ in $x dx (1 + \mu) + (z - f) dz = 0$ über. Um die gesuchten Cosinus möglichst einfach darzustellen, eliminieren wir aus dem Gleichungssystem:

$$\alpha_2 x_2 + \beta_2 y_2 + \gamma_2 (z_2 - f) = 0$$
$$\alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 (z - f) = 0$$
$$\alpha_2 \alpha_1 + \beta_2 \beta_1 + \gamma_2 \gamma_1 = 0$$

die Grössen $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ und erhalten

$$\begin{vmatrix} x_2 & y_2 & z_2 - f \\ x & y & z - f \\ \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \end{vmatrix} = 0 \text{ oder}$$

$$x_2 (y \gamma_1 - \overline{z - f} \beta_1) + y_2 (\overline{z - f} \alpha_1 - x \gamma_1) + z_2 (x \beta_1 - y \alpha_1) = 0.$$



[illegible]

$$\overline{z-f}\,\{\overline{z-f}^2+y^2+x^2(1+\mu)\}:\sqrt{R}$$
$$z-f\cdot y\cdot x\cdot\mu:\sqrt{R}$$
$$-x\,\{\overline{z-f}^2+\overline{1+\mu}\,(x^2+y^2)\}:\sqrt{R}$$

und mit Benutzung der Gleichung der Wellenfläche:

$$\overline{z-f}\,\{f^2+(1-\varepsilon)\,r^2+x^2\mu\}:\sqrt{R}$$
$$\overline{z-f}\cdot y\cdot x\cdot\mu:\sqrt{R}$$
$$-x\,\{f^2+(1-\varepsilon+\mu)\,r^2\}:\sqrt{R},$$

wobei $\sqrt{R}$ selbst die Form:

$$\sqrt{f^2+(1-\varepsilon)r^2}\,\sqrt{\{f^2-y^2+(1-\varepsilon)\,r^2+x^2\mu\}\,\{f^2+(1-\varepsilon)\,r^2+x^2\mu\}+x^2y^2\mu\,(1+\mu)}$$

annimmt. — Würden wir an die Stelle dieser Ausdrücke die für die Kugel giltigen

$$\frac{z-f}{\sqrt{f^2-y^2}},\quad 0,\quad \frac{-x}{\sqrt{f^2-y^2}}$$

setzen, so würden für Systeme von nicht allzugrossem Oeffnungswinkel nur Glieder von der Grössenordnung $\frac{\lambda}{f}$ und $\frac{4n\lambda}{f-z}$, also von der letzteren vernachlässigt werden.

Recapitulieren wir jetzt die Vernachlässigungen noch einmal, welche beim Uebergang von der Kugel zu unserer Wellenfläche eintreten müssen, um die in der Formel für die Lichtwirkung ausserhalb des Cosinus und der Faktoren $(1+\cos\vartheta)\sin\eta$ auftretenden Ausdrücke durch solche wie bei der Kugelwelle ersetzen zu können. Dieselben waren bei der Darstellung der Amplitude von der Grössenordnung von $\frac{\lambda}{f}$ und $\left(\frac{f}{f-z}\cdot\frac{4n\lambda}{R}\right)^2$, bei dem Flächenelemente wiederum von der Grössenordnung des letzteren Ausdrucks und bei der Darstellung der Neigungscosinus der Verrückungen gegenüber den Axen von der Grössenordnung von $\frac{\lambda}{f}$ und $\frac{4n\lambda}{f-z}$. Vorausgesetzt war hierbei ferner noch die Beschränkung auf die Nachbarschaft der Fokalpunkte der verschiedenen Zonen und geringe Longitudinalaberrationen. Ist für einen Fall die Vernachlässigung der bezüglichen Glieder gerechtfertigt, so können wir die von einem Flächenelement der Wellen-

fläche herrührenden der x und z Axe parallelen und hier allein in betracht kommenden Componenten der Vibrationsgeschwindigkeit in einem Bildpunkte nach der Formel von Stokes durch[1]):

$$X = -\frac{f}{2\lambda d}\cdot\frac{r\,d\,r\,d\,\varphi}{f-z}\cdot\frac{\sqrt{f^2-y^2}}{f}\cdot\frac{f-z}{\sqrt{f^2-y^2}}\cdot A\cos 2\pi\left(\frac{t}{\Theta}-\frac{d}{\lambda}\right) \text{ und}$$

$$Z = -\frac{f}{2\lambda d}\cdot\frac{r\,d\,r\,d\,\varphi}{f-z}\cdot\frac{\sqrt{f^2-y^2}}{f}\cdot\frac{x}{\sqrt{f^2-y^2}}\,A\cos 2\pi\left(\frac{t}{\Theta}-\frac{d}{\lambda}\right) \text{ oder}$$

$$X = -\frac{A}{2\,d\,\lambda}\cdot r\,d\,r\,d\,\varphi\cos 2\pi\left(\frac{t}{\Theta}-\frac{d}{\lambda}\right) \text{ und}$$

$$Z = -\frac{A}{2\,d\,\lambda}\,r\,d\,r\cdot d\,\varphi\cdot\frac{x}{f-z}\cdot\cos 2\pi\left(\frac{t}{\Theta}-\frac{d}{\lambda}\right)$$

ausdrücken, wo d die Entfernung des betrachteten Punktes vom Flächenelemente bezeichnet.

Das für X gewonnene Resultat hat ein gewisses Interesse wegen seiner Einfachheit; es besagt, dass bei einer Kugelwelle — unter Voraussetzung der Beschränkung auf die dem Centrum der Welle benachbarten Punkte und der Anwendbarkeit der Stokes'schen Formeln mit Zugrundelegung des früher skizzierten dynamisch möglichen Polarisationszustandes — die von der Variabilität der Amplitude mit dem Orte, die von der Ersetzung des Wellenflächenelementes durch ein Element der Oeffnungsprojektion auf den Schirm und die von der Berücksichtigung der Neigung der Schwingungsrichtungen (der Elementarstrahlen) im Bildpunkte herrührenden Faktoren sich für die x Componente gegenseitig compensieren; $\frac{\sqrt{f^2-y^2}}{f}$ ist nämlich in dieser der erstere, $\frac{f}{f-z}$ der zweite und $\frac{f-z}{\sqrt{f^2-y^2}}$ der dritte Faktor. Diese Faktoren haben bei Voraussetzung eines geringen Oeffnungsverhältnisses sehr wenig von 1 verschiedene Werte, so dass sie z. B. für den gewöhnlichen Fernrohrtypus $\left(\frac{r}{f}=\frac{1}{30}\right)$ kaum in betracht kommen. Für photographische Objektive von grösserem Oeffnungsverhältniss $\left(\text{z. B. } \frac{2r}{f}=\frac{1}{4{,}3}\right)$ beginnen die maximalen Abweichungen gegen-

1) Der variable Faktor von A ist bei der in der Formel von Stokes vorkommenden Differentiation als constant zu betrachten.

über 1 schon merklich zu werden und für mikroskopische Objektive endlich (bei einer Beanspruchung derselben auf Bilder, die in der Nähe der Fokalebenen zustande kommen) können

$$\frac{\sqrt{f^2 - y^2}}{f} \text{ und } \frac{f - z}{\sqrt{f^2 - y^2}}$$

zu kleinen Bruchteilen, und kann $\frac{f}{f - z}$ zu einem grösseren Multiplum der Einheit werden.

Bei der unter den obigen Voraussetzungen hier gegebenen Erweiterung der Grundformeln auf Systeme mit grossem Oeffnungswinkel tritt die Schwierigkeit auf, dass für eine bequeme analytische Entwicklung das betrachtete Gebiet in der Nähe des Wellenmittelpunktes immer mehr eingeengt werden muss; doch ist dies andererseits auch insofern in gewissem Masse statthaft, als mit wachsendem Oeffnungsverhältniss die Dimensionen der Beugungserscheinung zusammenschrumpfen.

Wir wenden uns nun zur weiteren Entwicklung der Componenten für die Vibrationsgeschwindigkeit, die unter den früher charakterisierten Vernachlässigungen die Formen:

$$X = -\frac{A}{2\lambda d} \cdot r\, d\, r\, d\, \varphi \cos 2\pi \left(\frac{t}{\Theta} - \frac{d}{\lambda}\right) \text{ und}$$

$$Z = -\frac{A}{2\lambda d}\, r\, d\, r \cdot d\, \varphi \cdot \frac{x}{f - z} \cos 2\pi \left(\frac{t}{\Theta} - \frac{d}{\lambda}\right)$$

erhalten haben und jetzt über die ebene kreisförmige Begrenzung zu integrieren sind. d lässt sich als Entfernung eines Punktes x, y, z von einem Punkte ξ, η, ζ oder, wie wir lieber schreiben wollen, $\xi, \eta, f + \delta$ durch $\sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - f + \delta)^2}$ ausdrücken oder mit Einführung der früheren Grössen r, φ, ϱ, χ durch

$$r^2 - 2 r \varrho \cos(\varphi - \chi) + \varrho^2 + (f - z)^2 + 2\delta(f - z) + \delta^2.$$

Ersetzen wir hierin $f - z$ durch den aus der Gleichung der Wellenfläche $(f - z^2) + \varepsilon r^2 = f^2$ genommenen Ausdruck, so ergibt sich:

$$d^2 = f^2 + (1 - \varepsilon) r^2 - 2 r \varrho \cos(\varphi - \chi) + \varrho^2 + 2\delta \sqrt{f^2 - \varepsilon r^2} + \delta^2.$$

Wir wollen uns nun zunächst einmal orientieren, welche Werte oder vielmehr von welcher Grössenordnung δ Werte annehmen kann, falls

$f + \delta$ den ganzen Fokalbereich der verschiedenen Zonen umfasst.[1]) — Die Projektion einer Normale N auf die Symmetrieaxe hat augenscheinlich den Wert

$$\frac{r}{\frac{\partial z}{\partial r}} \text{ oder — infolge der Relation } \frac{\partial z}{\partial r} = \frac{r}{f-z}(1+\mu) - \frac{f-z}{1+\mu}.$$

Addieren wir hierzu z, so ist die Summe die Entfernung eines Fokalpunktes vom Scheitel der Welle und wir erhalten demnach

$$\delta = z + \frac{f-z}{1+\mu} - f = -\frac{(f-z)\mu}{1+\mu}.$$

Ist nun μ eine kleine Grösse, — und es soll dies bei uns immer der Fall sein — so ergibt sich aus früheren Formeln für die Grössenordnung von μ diejenige von δ zu $4\,n\,\lambda \cdot \frac{f^2}{R^2}$, also diejenige von $\left(\frac{r}{f}\right)^2 \delta$ zu $4\,n\,\lambda$.

Wir betrachten jetzt zunächst d, insofern es unter dem Cosinuszeichen vorkommt. Bevor wir dasselbe indess in eine Potenzreihe entwickeln, wollen wir eine kleine Transformation vornehmen, um den Giltigkeitsbereich der ersten Potenz zu erweitern. Zu diesem Zwecke schreiben wir d in der Form:

$$d = \sqrt{f^2 + 2\,\delta f + \delta^2 + (1-\varepsilon)\,r^2 - 2\,r\,\varrho\cos(\varphi-\chi) + \varrho^2 + 2\,\delta\,\{\sqrt{f^2 - \varepsilon r^2} - f\}}$$

$$= (f+\delta)\sqrt{1 + (1-\varepsilon)\left(\frac{r}{f+\delta}\right)^2 - \frac{2\,r\,\varrho}{(f+\delta)^2}\cos(\varphi-\chi) + \left(\frac{\varrho}{f+\delta}\right)^2 + \frac{2\,\delta f}{(f+\delta)^2}\left\{\sqrt{1-\varepsilon\left(\frac{r}{f}\right)^2} - 1\right\}}$$

Geben wir dem Wurzelinhalt die Gestalt $1 + \tau$, so ergibt sich für $\tau^2 < 1$ der Ausdruck: $1 - \frac{\tau}{2} - \frac{\tau^2}{8} - \ldots$ Beschränken wir uns demnach auf die erste Potenz von τ, so vernachlässigen wir in dem Wurzelausdruck für kleine τ eine Grösse, die genügend genau durch $\frac{\tau^2}{8}$ dargestellt ist, und demnach in d im wesentlichen eine Grösse $(f+\delta)\frac{\tau^2}{8}$. Diese Grösse muss ein kleiner Bruchteil der Wellenlänge sein, falls das charak-

1) Damit soll nicht angedeutet sein, dass über diesen Bereich überhaupt nicht hinausgegangen werden soll; es hat jedoch kein grosses Interesse, dies in erheblichem Masse zu thun.

teristische der Erscheinung hinreichend genau wiedergegeben werden soll. Wir wollen diesen Bruchteil in der Weise festsetzen, dass das Quadrat jedes der 4 τ zusammensetzenden Glieder

$$(1-\varepsilon)\left(\frac{r}{f}\right)^2, \quad \frac{2\,r\,\varrho}{(f+\delta)^2}\cos(\varphi-\chi), \quad \frac{\varrho^2}{(f+\delta)^2} \text{ und}$$

$$\frac{2\,\delta f}{(f+\delta)^2}\left\{\sqrt{1-\varepsilon\left(\frac{r}{f}\right)^2}-1\right\}$$

mit $\frac{f+\delta}{8}$ multipliciert kleiner als $10^{-3}\lambda$ sein soll.[1]) Da δ gegenüber f eine kleine Grösse sein soll, können wir diese Bedingung hinreichend auch in der Form:

$$\frac{f}{8}(1-\varepsilon)^2\left(\frac{r}{f}\right)^4 < 10^{-3}\lambda, \quad \frac{f}{8}\left(\frac{2\,r\,\varrho}{f^2}\right)^2 < 10^{-3}\lambda$$

$$\frac{f}{8}\left(\frac{\varrho}{f}\right)^4 < 10^{-3}\lambda, \quad \frac{f}{8}\left[\frac{2\delta}{f}\left\{\sqrt{1-\varepsilon\left(\frac{r}{f}\right)^2}-1\right\}\right]^2 < 10^{-3}\lambda$$

aufstellen.

Was die erste derselben anbelangt, so kann sie infolge unserer früheren Festsetzung $(1-\varepsilon)\left(\frac{r}{f}\right)^2 < \frac{2\lambda}{f}$ durch $\frac{\lambda}{2f} < 10^{-3}$ ersetzt werden und ist also für alle vorliegenden Constructionen von selbst erfüllt. — Die zweite beschränkt, da sie ϱ enthält, die Möglichkeit, bei der ersten Potenz stehen zu bleiben, auf Punkte innerhalb eines gewissen Abstandes von der Axe. Um diesen Abstand schätzen zu können, erinnern wir uns des früher bereits erwähnten Ausdrucks für den Radius des m'ten dunklen Ringes in der Fokalebene eines dioptrisch vollkommen corrigierten Systemes. Substituieren wir denselben für ϱ, so können wir die zweite Ungleichung auf jeden Fall durch $\frac{\lambda^2(0{,}22+m)^2}{8f} < 10^{-3}\lambda$, oder — λ gleich $0{,}55 \cdot 10^{-3}$ genommen — durch $\frac{(0{,}22+m)^2}{16f} < 1$ ersetzen.

Die dritte Bedingung ist für $\varrho < 2R$ — und das soll uns genügen — auf Grund der zweiten erfüllt. Was schliesslich die vierte:

1) Damit ist selbstverständlich zugleich auch die Bedingung erfüllt, dass die Produkte je zweier dieser Grössen mit $\frac{f+\delta}{8}$ multipliciert $< 10^{-3}\lambda$ sind.

$$\frac{f}{8}\left\{\frac{2\,\delta}{f}\left(\sqrt{1-\varepsilon\frac{r^2}{f^2}}-1\right)\right\}^2 < 10^{-3}\,\lambda$$

anbetrifft, so können wir für mässige Oeffnungswinkel dieselbe hinreichend genau in die Form

$$\frac{f}{8}\cdot\left(\frac{\delta}{f}\cdot\varepsilon\,\frac{r^2}{f^2}\right)^2 < 10^{-3}\,\lambda$$

bringen. Um einen Einblick in dieselbe zu bekommen, benutzen wir für δ seinen oben geleiteten „mittleren Maximalwert" $4\,n\,\lambda\,\frac{f^2}{rR}$ und erhalten, da ε — ausser für sehr kleine Oeffnungswinkel — nach unseren Voraussetzungen sich wenig von 1 unterscheidet $\frac{2\,n^2\,\lambda^2}{f} < 10^{-3}\,\lambda$ oder $\frac{n^2}{f} < 1$. Diese Bedingung ergibt also entweder, wie die erste, einen Minimalwert für f, oder bei gegebenem f einen Maximalwert für die Neigung unserer Wellenfläche gegenüber der sich im Scheitel anschmiegenden Kugelfläche.

Nachdem so die Bedingungen für die Möglichkeit, alle übrigen Potenzen von τ ausser der ersten zu vernachlässigen, erörtert sind, können wir den Ausdruck von d in der Form:

$$f+\delta-\frac{(\varepsilon-1)}{2}\,\frac{r^2}{f+\delta}-\frac{r\,\varrho}{f+\delta}\cos(\varphi-\chi)+\frac{\varrho^2}{2\,(f+\delta)}$$
$$+\frac{\delta\,f}{f+\delta}\left\{\sqrt{1-\varepsilon\frac{r^2}{f^2}}-1\right\}$$

schreiben. — Man kann fragen, ob in den für die Integration in betracht kommenden Gliedern

$$\frac{(\varepsilon-1)\,r^2}{2\,(f+\delta)},\quad \frac{r\,\varrho\cos(\varphi-\chi)}{f+\delta},\quad \frac{\delta\,f}{f+\delta}\left\{\sqrt{1-\varepsilon\frac{r^2}{f^2}}-1\right\},$$

ohne die vorher gesteckten Grenzen der Genauigkeit zu verlassen, $f+\delta$ sich durch f ersetzen lässt. Es zeigt sich, dass dies für das erste Glied unter der Bedingung $\frac{\delta}{f} \leqq 10^{-3}$ der Fall ist, während für die beiden anderen Glieder die Genauigkeit im Allgemeinen sehr darunter leiden würde. Dagegen ist es noch möglich, in dem letzten Gliede für ein nicht allzu grosses Oeffnungsverhältniss $\varepsilon = 1$ zu setzen. Um dies einzusehen, entwickeln wir dasselbe nach Potenzen von $\varepsilon - 1$ und erhalten

$$\frac{\delta f}{f+\delta}\sqrt{1-\frac{r^2}{f^2}}\left\{1+\frac{(1-\varepsilon)}{2}\cdot\frac{r^2}{f^2}\cdot\frac{1}{1-\frac{r^2}{f^2}}-\frac{1}{8}\frac{(1-\varepsilon)^2}{\left(1-\frac{r^2}{f^2}\right)^2}\left(\frac{r}{f}\right)^4\cdot\cdot\right)\right\}$$

Da nun $\frac{(1-\varepsilon)}{2}\left(\frac{r}{f}\right)^2 < \frac{\lambda}{f}$ war, so werden von dem Klammerinhalt bei mässiger Grösse von $\frac{r}{f}$ nur Glieder von der Grössenordnung $\frac{\lambda}{f}$, und demnach von d nur solche von der Grössenordnung $\frac{\delta\lambda}{f}$ vernachlässigt. Soll letzteres $< 10^{-3}\lambda$ sein, so kommen wir auf die obige Bedingung $\frac{\delta}{f} < 10^{-3}$, unter welcher in dem Ausdruck $\frac{(1-\varepsilon)}{2}\frac{r^2}{f+\delta}$ an Stelle von $f+\delta$ f gesetzt werden konnte, zurück. Diese Bedingung mag daher statt finden.

Es erübrigt uns schliesslich noch, den Ausdruck $\sqrt{1-\frac{r^2}{f^2}}$ nach Potenzen von $\frac{r}{f}$ zu entwickeln; dies gibt

$$1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{f}\right)^2-\frac{1}{8}\left(\frac{r}{f}\right)^4-\frac{1}{16}\left(\frac{r}{f}\right)^6-\cdot\cdot$$

und werden wir die Glieder soweit zu berücksichtigen haben, als das Produkt eines solchen und δ unseren früher festgesetzten Betrag $10^{-3}\lambda$ überschreitet.

Wie man sieht, liegt hier die praktische Grenze für die Grösse des Oeffnungsverhältnisses. Man wird übrigens auch nur ungern höhere Glieder, als die Darstellung der Aberrationsverhältnisse erfordert, zu dem Zwecke hinzunehmen, die Betrachtung auf die grösseren δ's entsprechenden Ebenen auszudehnen. Für $\delta = 0$ ist das Oeffnungsverhältniss am wenigsten beschränkt und kann für den Fall einer kugelförmigen Wellenfläche beliebig gross angenommen werden. Mit wachsendem (absoluten) Werte von δ nimmt dasselbe jedoch bei Festhaltung einer bestimmten Anzahl von Potenzgliedern rasch ab. Andererseits kann man sich bei dem gebräuchlichen Fernrohrtypus $\left(\frac{R}{f}=\frac{1}{30}\right)$ und bei 2 Aberrationsgliedern bereits auf das Glied $\frac{1}{2}\frac{r^2}{f^2}$ für die Fokalebenen aller Zonen beschränken. Nehmen wir diese Beschränkung nicht an, wohl aber die, in dem Wurzelausdruck $\varepsilon = 1$ setzen zu können, so lautet nunmehr der Ausdruck für d:

$$d = f + \delta + \frac{\varrho^2}{2(f+\delta)} - \frac{(\varepsilon - 1) r^2}{2(f+\delta)} - \frac{r\varrho}{f+\delta} \cos(\varphi - \chi)$$
$$- \frac{\delta f}{f+\delta} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{r}{f}\right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{r}{f}\right)^4 + \cdot\cdot \right\}$$

oder nach Potenzen von r geordnet:

$$d = f + \delta + \frac{\varrho^2}{2(f+\delta)} - \frac{r\varrho}{f+\delta} \cos(\varphi - \chi) - \frac{1}{2} \frac{\delta f}{f+\delta} \cdot \left(\frac{r}{f}\right)^2$$
$$- \left(\frac{r}{f}\right)^4 \left\{ \frac{1}{8} \frac{\delta f}{f+\delta} + \frac{\varepsilon_1 f^2}{2(f+\delta)} \right\} - \left(\frac{r}{f}\right)^6 \left\{ \frac{1}{16} \frac{\delta f}{f+\delta} + \frac{\varepsilon_2 f^2}{2(f+\delta)} \right\} - \dots$$

Nachdem so d mit Rücksicht auf seine Stellung unter dem Cosinuszeichen oder mit anderen Worten auf die Phase discutiert worden ist, bleibt noch das ausserhalb stehende gewissermassen die Amplitudenverhältnisse der Oeffnungsprojektion mitbestimmende d übrig und es fragt sich, mit welcher Genauigkeit kann man dasselbe durch einen Mittelwert ersetzen.

Wenn man bedenkt, dass die grössten Variationen von d in der durch den betrachteten Bildpunkt und die Symmetrieaxe gelegten Ebene auftreten, so lassen sich leicht die Grenzwerte von d finden. Bezeichnen wir nämlich dieselben mit d_1 und d_2, so ist offenbar

$$d_1^2 = (r + \varrho)^2 + (z - \overline{f + \delta})^2 \text{ und } d_2^2 = (r - \varrho)^2 + (z - \overline{f + \delta})^2,$$

und es kann demnach das Verhältniss der halben Differenz der Grenzwerte zur Grösse selbst, nämlich $\frac{d_1 - d_2}{2\,d_0}$ mit genügender Genauigkeit durch $\frac{r\varrho}{f^2}$ dargestellt werden. Für diese Grösse aber lässt sich aus unserer früheren Bedingung $\frac{f}{8}\left(\frac{2\,r\varrho}{f^2}\right)^2 < 10^{-3}\lambda$ mit Zugrundelegung von $\lambda = 0{,}55 \cdot 10^{-3}$ leicht der Maximalwert $\frac{10^{-3}\sqrt{1{,}1}}{\sqrt{f}}$ finden. Wie man sieht, hängt derselbe nur von f ab und ist für einigermassen bedeutende f hinreichend klein, so dass wir in der That das variable d durch einen Mittelwert (d_0) ersetzen können.

Wir erhalten demnach für die die Vibrationsgeschwindigkeit in einem „Bildpunkte“ bestimmenden Componenten die Ausdrücke:

$$-X = \frac{A}{2d_0\lambda}\iint r\,dr\,d\varphi \cos 2\pi\Big[\frac{t}{\Theta} - \frac{f+\delta}{\lambda} - \frac{\varrho^2}{2\lambda(f+\delta)} + \frac{r\varrho}{\lambda(f+\delta)}\cos(\varphi-\chi)$$

$$+\left(\frac{r}{f}\right)^2\cdot\frac{1}{2\lambda}\cdot\frac{\delta f}{f+\delta} + \left(\frac{r}{f}\right)^4\left\{\frac{1}{8}\frac{\delta f}{\lambda(f+\delta)} + \varepsilon_1\frac{f^2}{2\lambda(f+\delta)}\right\}$$

$$+\left(\frac{r}{f}\right)^6\left\{\frac{1}{16}\frac{\delta f}{\lambda(f+\delta)} + \varepsilon_2\frac{f^2}{2\lambda(f+\delta)}\right\} + \ldots\Big]$$

$$-Z = \frac{A}{2d_0\lambda}\iint r\,dr\,d\varphi\cdot\frac{x}{f-z}\cos 2\pi\Big[\frac{t}{\Theta} - \frac{f+\delta}{\lambda} + \ldots\Big]$$

oder, indem wir $r = sR$ setzen und die Abkürzungen

$$\frac{2\pi R\varrho}{\lambda(f+\delta)} = l,\ \left(\frac{R}{f}\right)^2\frac{\pi}{\lambda}\cdot\frac{\delta f}{f+\delta} = \frac{k_0}{2},\ \frac{\pi}{\lambda}\cdot\left(\frac{R}{f}\right)^4\left\{\frac{1}{4}\frac{\delta f}{f+\delta} + \varepsilon_1\frac{f^2}{f+\delta}\right\}$$

$$= \frac{k_1}{4},\quad \frac{\pi}{\lambda}\cdot\left(\frac{R}{f}\right)^6\left\{\frac{1}{8}\frac{\delta f}{f+\delta} + \varepsilon_2\frac{f^2}{f+\delta}\right\} = \frac{k_2}{6},\ \text{etc. einführen,}$$

$$-X = \frac{AR^2}{2d_0\lambda}\cdot\iint s\,ds\,d\varphi\cdot\cos\Big[2\pi\left\{\frac{t}{\Theta} - \frac{f+\delta}{\lambda} - \frac{\varrho^2}{2\lambda(f+\delta)}\right\}$$

$$+ ls\cos(\varphi-\chi) + \frac{k_0}{2}s^2 + \frac{k_1}{4}s^4 + \frac{k_2}{6}s^6 + \ldots\Big]$$

$$-Z = \frac{AR^2}{2d_0\lambda}\cdot\frac{R}{f}\iint s^2\,ds\cos\varphi\cdot d\varphi\cdot\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon\left(\frac{R}{f}\right)^2 s^2}}\cos[2\pi\{\div\}+\div]$$

Ersetzen wir in dem letzteren Integrale — und es ist dies auf Grund unserer früheren Voraussetzungen bei Vernachlässigung von Grössen von der Ordnung von $\frac{\lambda}{f}$ möglich —

$$\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon\left(\frac{R}{f}\right)^2 s^2}}\ \text{durch}\ \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{R}{f}\right)^2 s^2}}$$

und entwickeln die Wurzel in eine Potenzreihe nach s, so erhalten wir:

$$-Z = \frac{AR^2}{2d_0\lambda}\cdot\frac{R}{f}\iint s^2\,ds\cdot\cos\varphi\cdot d\varphi\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{R}{f}\right)^2 s^2 + \frac{3}{8}\left(\frac{R}{f}\right)^4 s^4\right.$$

$$\left.+\frac{5}{16}\left(\frac{R}{f}\right)^6 s^6\ldots\right\}\cdot\cos\Big[2\pi\left\{\frac{t}{\Theta} - \frac{f+\delta}{\lambda} - \frac{\varrho^2}{2\lambda(f+\delta)}\right\} + ls\cos(\varphi-\chi)$$

$$+\frac{k_0}{2}s^2 + \frac{k_1}{4}s^4 + \frac{k_2}{6}s^6\ldots\Big].$$

Um jetzt die Intensität in einem Punkte zu finden, haben wir den Mittelwert der kinetischen[1]) Energie pro Volumeinheit über das Zeitintervall Θ zu bilden. Dies gibt $J = \frac{1}{\Theta}\int\limits_0^\Theta \frac{(X^2 + Z^2)}{2}\,dt$ oder nach Ausführung der Integration nach t:

$$\frac{\pi^2}{4}\cdot\left(\frac{A}{2}\frac{R^2}{d_0\lambda}\right)^2\left\{X_1^2 + X_2^2 + \left(\frac{R}{f}\right)^2 (Z_1^2 + Z_2^2)\right\},$$

wo X_1, X_2, Z_1, Z_2 die Bedeutung:

$$\left.\begin{matrix} +X_1 \\ +X_2 \end{matrix}\right\} = \frac{1}{\pi}\int\int s\,d\,s\,d\,\varphi \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\left\{l\,s\cos(\varphi - \chi) + \frac{k_0}{2}(s^2 - 1) + \frac{k_1}{4}(s^4 - 1) + \frac{k_2}{6}(s^6 - 1)\right\}$$

$$\left.\begin{matrix} +Z_1 \\ +Z_2 \end{matrix}\right\} = \frac{1}{\pi}\int\int s^2\,d\,s\cos\varphi\cdot d\,\varphi\cdot\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{R}{f}\right)^2 s^2 + \frac{3}{8}\left(\frac{R}{f}\right)^4 s^4 + .\right\}\cdot \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\left\{l\,s\cos(\varphi - \chi) + ..\right\}$$

haben sollen.[2])

Die Integration in den Integralen ist dabei nach φ von 0 bis 2π und nach s von 0 bis 1 zu erstrecken. Beziehen wir die Intensität S auf die im Centrum einer Kugelwelle vom Radius f und der Oeffnung R herrschende und vernachlässigen wir die kleinen aus der Abweichung des d_0 von f herrührenden Beträge, so können wir

$$J = X_1^2 + X_2^2 + \left(\frac{R}{f}\right)^2 (Z_1^2 + Z_2^2)$$

setzen. Sollen die letzteren Vernachlässigungen nicht geschehen, so müssen wir $X_1^2 + X_2^2 + \left(\frac{R}{f}\right)^2 (Z_1^2 + Z_2^2)$ noch mit $\left(\frac{f}{d_0}\right)^2$ multiplicieren.

---

1) Neuerdings hat man angefangen die Intensität als den Mittelwert der gesammten Energie zu definieren und ist dies ohne Zweifel rationeller. Vergl. Volkmann, Vort. über die Theorie des Lichtes 1891).

2) Die vorliegende Form, in der zu $\frac{k_0}{2}s^2$, $\frac{k_1}{4}s^4$, $\frac{k_2}{6}s^6$ noch $-\frac{k_0}{2}$, $-\frac{k_1}{4}$, $-\frac{k_2}{6}$ hinzugefügt worden sind, ist gewählt worden, weil dieselbe für die Rechnung günstig ist; für das Resultat ist die Addition natürlich ohne Einfluss (vergl. Struve loc. coll.).



II. Entwicklung der Fundamentalformeln für grössere Abstände von der Symmetrieaxe der Welle.

Wir wollen die vier für X_1, X_2, Z_1, Z_2 erhaltenen Integrale zunächst nach φ integrieren. Schreiben wir dieselben in der Form:

$$X_1 = \frac{1}{\pi} \iint s\,ds\,d\varphi \Big[\cos(l s \cos \overline{\varphi - \chi}) \cos\Big\{\frac{k_0}{2}(1 - s^2) + \frac{k_1}{4}(1 - s^4)$$
$$+ \frac{k_2}{6}(1 - s^6)\Big\} + \sin(l s \cos \overline{\varphi - \chi}) \sin\Big\{\frac{k_0}{2}(1 - s^2) + \frac{k_1}{4}(1 - s^4)$$
$$+ \frac{k_2}{6}(1 - s^6)\Big\}\Big] \text{ etc.}$$

und beachten die Relationen:

$$\cos(l s \cos \overline{\varphi - \chi}) = J_0(l s) - 2 J_2(l s) \cos 2(\varphi - \chi) + 2 J_4(l s) \cos 4(\varphi - \chi) - ..$$
$$\sin(l s \cos \overline{\varphi - \chi}) = 2 J_1(l s) \cos(\varphi - \chi) - 2 J_3(l s) \cos 3(\varphi - \chi) + ..,$$

worin J_0, J_1, J_2 . . die durch

$$J_n(l s) = \frac{(l s)^n}{2^n \Pi(n)} \Big\{1 - \frac{(l s)^2}{2 \cdot \overline{2n+2}} + \frac{(l s)^4}{2 \cdot 4 \cdot \overline{2n+2} \cdot \overline{2n+4}}$$
$$- \frac{(l s)^6}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot \overline{2n+2} \cdot \overline{2n+4} \cdot \overline{2n+6}} + .\Big\}$$

definierten Bessel'schen Functionen bedeuten, so erhalten wir, da alle nach φ periodischen Glieder verschwinden, für X_1 und X_2

$$X_1 = \quad 2\int_0^1 s\,d\,s\,J_0(l\,s) \cos\Big\{\frac{k_0}{2}(1 - s^2) + \frac{k_1}{4}(1 - s^4) + \frac{k_2}{6}(1 - s^6)\Big\}$$
$$X_2 = -2\int_0^1 s\,d\,s\,J_0(l\,s) \sin\Big\{\frac{k_0}{2}(1 - s^2) + \frac{k_1}{4}(1 - s^4) + \frac{k_2}{6}(1 - s)^6\Big\}$$

In der gleichen Weise müssen wir Z_1 und Z_2 behandeln. Da in diesen noch der Faktor $\cos \varphi$ hinzukommt, so bleibt von den obigen Reihen für $\cos(l s \cos \overline{\varphi - \chi})$ und $\sin(l s \cos \overline{\varphi - \chi})$ nur das mit $\cos \overline{\varphi - \chi}$ multiplicierte Glied übrig und es ergibt sich, wenn man $\cos \varphi \cdot \cos(\varphi - \chi)$ vermittelst der Relation $2 \cos \varphi \cdot \cos(\varphi - \chi) = + \cos(2\varphi - \chi) + \cos \chi$ in einen periodischen und einen nicht periodischen Teil zerlegt, für Z_1 und Z_2:

$$Z_1 = 2\cos\chi \cdot \int_0^1 s^2 ds \left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{Rs}{f}\right)^2 + \frac{3}{8}\left(\frac{Rs}{f}\right)^4 + .\right\} J_1(ls) \sin\left\{\frac{k_0}{2}(1 - s^2) + \frac{k_1}{4}(1 - s^4) + \frac{k_1}{6}(1 - s^6)\right\}$$

$$Z_2 = 2\cos\chi \cdot \int_0^1 s^2 ds \left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{Rs}{f}\right)^2 + \frac{3}{8}\left(\frac{Rs}{f}\right)^4 + .\right\} J_1(ls) \cos\left\{\frac{k_0}{2}(1 - s^2) + \ldots\right\}$$

Die vorliegenden Integrale sind, wie man sieht, von dem Azimutalwinkel in einer Bildebene (χ) abhängig und zwar dem Cosinus desselben proportional. Da der Winkel, wie aus den einführenden Gleichungen $\xi = \varrho\cos\chi$, $\eta = \varrho\sin\chi$ erhellt, von einer zur x Axe parallelen Richtung aus gerechnet wird, so verschwinden die Z_1 und Z_2 für alle in der $y\,z$ Ebene liegenden Punkte und erreichen ihre Maximalwerte für die Punkte der $x\,z$ Ebene. Hat das optische System einen kleinen Oeffnungswinkel, so sind jedoch die Beiträge von Z_1 und Z_2 zur Intensität sehr gering, da die Integrale in Z_1 und Z_2 im allgemeinen von der Grössenordnung von X_1 und X_2 sind, und ihre Quadrate im Intensitätsausdruck mit $\left(\frac{R}{f}\right)^2$ multipliciert sind.

Was zweitens die Integration nach s anbelangt, so liegt es nahe, zum Zwecke derselben die in den Integralen vorkommenden Cosinus- und Sinusglieder nach Potenzen von s zu entwickeln. Wir thun dies mit Hilfe des Taylor'schen Lehrsatzes und erhalten z. B. für den Cosinus, wenn wir noch

$$\frac{k_0}{2}(1 - \sigma) + \frac{k_1}{4}(1 - \sigma^2) + \frac{k_2}{6}(1 - \sigma^3) = \mu$$

setzen:

$$\cos\left\{\frac{k_0}{2}(1 - \sigma) + \frac{k_1}{4}(1 - \sigma^2) + \frac{k_2}{6}(1 - \sigma^3)\right\} = \cos\mu$$

$$= \Big|\cos\mu\Big|_{\sigma=0} + \left|\frac{\partial\cos\mu}{\partial\sigma}\right|_{\sigma=0} \cdot \frac{\sigma}{1} + \left|\frac{\partial^2\cos\mu}{\partial\sigma^2}\right|_{\sigma=0} \cdot \frac{\sigma^2}{1\cdot 2} + \left|\frac{\partial^3\cos\mu}{\partial\sigma^3}\right|_{\sigma=0} \cdot \frac{\sigma^3}{1\cdot 2\,3} + \cdots$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} \left|\frac{\partial^n\cos\mu}{\partial\sigma^n}\right|_{\sigma=0} \frac{\sigma^n}{\Pi(n)},$$

wobei der Abkürzung halber $\Pi(n)$ für $1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots n$ gesetzt ist.

Demnach wird X_1 zu:

$$2\int_0^1 s\,d\,s\,J_0(l\,s)\cdot\sum_{n=0}^{\infty}\left|\frac{\partial^n \cos\mu}{\partial\sigma^n}\right|_{\sigma=0}\frac{s^{2n}}{\Pi(n)}$$

oder, falls eine gliedweise Integration gestattet ist [1]),

$$2\sum_{n=0}^{\infty}\left|\frac{\partial^n \cos\mu}{\partial\sigma^n}\right|_{\sigma=0}\cdot\frac{1}{\Pi(n)}\cdot\int_0^1 s^{2n+1}\cdot d\,s\cdot J_0(l\,s)\;..$$

Das in diesem Ausdrucke vorkommende Integral $\int s^{2n+1}\,d\,s\,J_0(l\,s)$ lässt sich leicht vermittelst partieller Integration finden. Bekanntlich ist:

$$\int_0^w w^r\,J_{r-1}(w)\,d\,w = w^r\,J_r(w) \text{ und demnach}$$

$$\int_0^s s^r\;J_{r-1}(ls)\,d\,s\;=\frac{1}{l}\,s^r\cdot J_r(ls),$$

wo r eine beliebige ganze positive Zahl bedeuten mag. Mit Benutzung hiervon ergibt sich:

$$\int_0^s s^{2n+1}\,d\,s\cdot J_0(l\,s) = \frac{s^{2n+1}J_1(ls)}{l} - \frac{2\,n}{l}\int_0^s s^{2n}\,J_1(l\,s)\,d\,s$$

$$\int_0^s s^{2n}\quad J_1(l\,s)\,d\,s\;=\frac{s^{2n}\quad J_2(ls)}{l} - \frac{2n-2}{l}\cdot\int_0^s s^{2n-1}\,J_2(l\,s)\,d\,s$$

$$\int_0^s s^{2n-1}\,J_2(l\,s)\,d\,s\;=\frac{s^{2n-1}J_3(ls)}{l} - \frac{2n-4}{l}\cdot\int_0^s s^{2n-2}\,J_3(l\,s)\,d\,s \text{ etc.}$$

und demnach:

$$\int_0^s s^{2n+1}\,J_0(l\,s)\,d\,s\;= s^{2n+1}\,\frac{J_1(l\,s)}{l} - 2\,n\cdot s^{2n}\cdot\frac{J_2(ls)}{l^2}$$

$$+\,2n\cdot\overline{2n-2}\cdot s^{2n-1}\,\frac{J_3(ls)}{l^3} - 2n\cdot\overline{2n-2}\cdot\overline{2n-4}\,s^{2n-2}\cdot\frac{J_4(ls)}{l^4} + ..$$

---

1) Es mag dies hier nicht untersucht werden, da wir sogleich einen direkten Weg zur Darstellung der Intensitätscomponenten zeigen werden.

Setzen wir diesen Wert, nachdem wir $s = 1$ genommen haben, in den obigen Ausdruck für X_1 ein, so wird derselbe zu:

$$2\frac{J_1(l)}{l}\sum_0^{\infty}\left\{\left|\frac{\partial^n \cos\mu}{\partial\sigma^n}\right|_{\sigma=0}\cdot\frac{1}{\Pi(n)}\right\} - 2^2\frac{J_2(l)}{l^2}\sum_0^{\infty}\left\{\left|\frac{\partial^n \cos\mu}{\partial\sigma_n}\right|_{\sigma=0}\cdot\frac{n}{\Pi(n)}\right\}$$

$$+ 2^3\frac{J_3(l)}{l^3}\sum_0^{\infty}\left\{\left|\frac{\partial^n \cos\mu}{\partial\sigma^n}\right|_{\sigma=1}\frac{n\cdot\overline{n-1}}{\Pi(n)}\right\} - \ldots.$$

Die hierin vorkommenden Summen lassen sich nun, wie ein Blick auf unsere frühere Entwicklung für

$$\cos\left\{\frac{k_0}{2}(1-\sigma)+\frac{k_1}{4}(1-\sigma^2)+\frac{k_2}{6}(1-\sigma^3)\right\}$$

lehrt, ausführen und zwar sind dieselben der Reihe nach:

$$\left|\cos\mu\right|_{\sigma=1},\quad \left|\frac{\partial\cos\mu}{\partial\sigma}\right|_{\sigma=1},\quad \left|\frac{\partial^2\cos\mu}{\partial\sigma^2}\right|_{\sigma=1}\ \text{etc.}\ \ldots$$

Wenden wir demnach das Zeichen D^n an, um zu bezeichnen, dass nach einer n maligen Differentiation nach σ $\sigma = 1$ zu setzen ist, so erhalten wir für die Componente X_1:

$$X_1 = 2\frac{J_1(l)}{l}D^0\cos\mu - 2^2\frac{J_2(l)}{l^2}D^1\cos\mu + 2^3\frac{J_3(l)}{l^3}D^2\cos\mu$$

$$- 2^4\cdot\frac{J_4(l)}{l^4}D^3\cos\mu + \ldots$$

In ähnlicher Weise könnten wir auch die übrigen Componenten erhalten; die überraschend einfache Form des Resultates scheint indess bereits einen noch direkteren Weg anzudeuten und diesem wollen wir uns jetzt zuwenden.

Wir werden dabei auch die Componente X_1 noch einmal behandeln. Der Weg besteht darin, auf X_1 direkt die Methode der partiellen Integration anzuwenden, wobei wir wiederum die Gleichung

$$\int_0^s s^r J_{r-1}(ls)\,ds = \frac{s^r}{l}\cdot J_r(ls)$$

oder vielmehr die durch die Substitution $\sigma = s^2$ aus derselben entstandene

$$\int_0^\sigma \sigma^{\frac{r-1}{2}} J_r(l\sqrt{\sigma})\,d\sigma = 2\,\frac{\sigma^{\frac{r}{2}} J_r(l\sqrt{\sigma})}{l}$$

benutzen werden.

Substituieren wir in die Ausdrücke X_1, X_2, Z_1, Z_2 ebenfalls σ für s^2, so erhalten dieselben die Formen:

$$X_1 = \int_0^1 J_0(l\sqrt{\sigma}) \cos\mu \cdot d\sigma$$

$$X_2 = -\int_0^1 J_0(l\sqrt{\sigma}) \sin\mu\, d\sigma$$

$$Z_1 = \cos\chi \int_0^1 \sqrt{\sigma}\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{R}{f}\right)^2 \sigma + \frac{3}{8}\left(\frac{R}{f}\right)^4 \sigma^2 + \ldots\right\} J_1(l\sqrt{\sigma}) \sin\mu\, d\sigma$$

$$Z_2 = \cos\chi \int_0^1 \sqrt{\sigma}\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{R}{f}\right)^2 \sigma + \quad \text{„} \quad \right\} J_1(l\sqrt{\sigma}) \cos\mu\, d\sigma$$

Es ergibt sich nun:

$$\int_0^\sigma J_0(l\sqrt{\sigma}) \cos\mu\, d\sigma$$

$$= \cos\mu \cdot 2\sqrt{\sigma} \cdot \frac{J_1(l\sqrt{\sigma})}{l} - \frac{2}{l} \cdot \int_0^\sigma \sqrt{\sigma} \cdot J_1(l\sqrt{\sigma}) \frac{\partial \cos\mu}{\partial\sigma}\, d\sigma$$

$$\int_0^\sigma \sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \frac{\partial\cos\mu}{\partial\sigma}\, d\sigma = \frac{\partial\cos\mu}{\partial\sigma}\, 2\,\sigma\, \frac{J_2(l\sqrt{\sigma})}{l} - \frac{2}{l}\int_0^\sigma \sigma\, J_2(l\sqrt{\sigma}) \frac{\partial^2\cos\mu}{\partial\sigma^2}\, d\sigma$$

$$\int_0^\sigma \sigma\, J_2(l\sqrt{\sigma}) \frac{\partial^2\cos\mu}{\partial\sigma^2}\, d\sigma = \frac{\partial^2\cos\mu}{\partial\sigma^2} \cdot 2\sigma^{\frac{3}{2}} \frac{J_3(l\sqrt{\sigma})}{l} - \frac{2}{l}\int_0^\sigma \sigma^{\frac{3}{2}} J_3(l\sqrt{\sigma}) \frac{\partial^3\cos\mu}{\partial\sigma^3}\, d\sigma$$

etc. und demnach mit Einführung der Grenze $\sigma = 1$ und mit Anwendung unseres Symboles D^n:

$$X_1 = 2\,\frac{J_1(l)}{l} D^0 \cos\mu - 2^2 \frac{J_2(l)}{l^2} D^1 \cos\mu + 2^3 \frac{J_3(l)}{l^3} D^2 \cos\mu - \ldots$$

also unser früherer Ausdruck.

Da die angeführte Operation die Eigenschaften des Cosinus nicht

beanspruchte, sondern vielmehr an Stelle des Cosinus jede andere Function gesetzt werden kann, so erhält man für X_2:

$$X_2 = 2\frac{J_1(l)}{l} D^0 \sin\mu - 2^2 \frac{J_2(l)}{l^2} D^1 \sin\mu + 2^3 \frac{J_3(l)}{l^3} D^2 \sin\mu - \ldots$$

Wir wenden uns jetzt zu einer analogen Entwicklung der Functionen Z_1 und Z_2 und schreiben zu diesem Zwecke dieselben in den Formen

$$Z_1 = Z_1' \cos\chi + Z_1'' \cos\chi \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{R}{f}\right)^2 + Z_1''' \cos\chi \, \frac{3}{8}\left(\frac{R}{f}\right)^4 + \ldots$$

$$Z_2 = Z_2' \cos\chi + Z_2'' \cos\chi \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{R}{f}\right)^2 + Z_2''' \cos\chi \cdot \frac{3}{8}\left(\frac{R}{f}\right)^4 + \ldots, \text{ wo}$$

$$Z_1' = \int_0^1 \sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \sin\mu \, d\sigma, \quad Z_2' = \int_0^1 \sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \cos\mu \, d\sigma$$

$$Z_1'' = \int_0^1 \sigma\sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \sin\mu \, d\sigma, \quad Z_2'' = \int_0^1 \sigma\sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \cos\mu \, d\sigma$$

$$Z_1''' = \int_0^1 \sigma^2\sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \sin\mu \, d\sigma, \quad Z_2''' = \int_0^1 \sigma^2\sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) \cos\mu \, d\sigma \text{ etc.}$$

Betrachten wir nun die Function

$$\int_0^\sigma \sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma}) f(\sigma)\, d\sigma,$$

so können wir in analoger Weise wie oben dieselbe durch partielle Integration in eine nach Bessel'schen Functionen fortschreitende Reihe von der Gestalt:

$$2\sigma \frac{J_2(l\sqrt{\sigma})}{l} f(\sigma) - 2^2 \sigma^{\frac{3}{2}} \frac{J_3(l\sqrt{\sigma})}{l^2} f'(\sigma) + 2^3 \sigma^2 \frac{J_4(l\sqrt{\sigma})}{l^3} f''(\sigma) - \ldots$$

entwickeln. Setzen wir hierin $\sigma = 1$ und $f(\sigma)$ der Reihe nach $= \sin\mu$, $\sigma \sin\mu$, $\sigma^2 \sin\mu$ etc. resp. $\cos\mu$, $\sigma\cos\mu$, $\sigma^2\cos\mu$ etc., so erhalten wir:

$$Z_1' = 2\frac{J_2(l)}{l} D^0 \sin\mu - 2^2 \frac{J_3(l)}{l^2} D^1 \sin\mu + 2^3 \frac{J_4(l)}{l^3} D^2 \sin\mu - \ldots$$

$$Z_1'' = 2\frac{J_2(l)}{l} D^0 (\sigma\sin\mu) - 2^2 \frac{J_3(l)}{l^2} D^1 (\sigma\sin\mu) + 2^3 \frac{J_4(l)}{l^3} D^2 (\sigma\sin\mu) - \ldots$$

. . . . .

$$Z_2' = 2\frac{J_2(l)}{l}D^0\cos\mu - 2^2\frac{J_3(l)}{l^2}D^1\cos\mu + 2^3\frac{J_4(l)}{l^3}D^2\cos\mu - \ldots$$

$$Z_2'' = 2\frac{J_2(l)}{l}D^0(\sigma\cos\mu) - 2^2\frac{J_3(l)}{l^2}D^1(\sigma\cos\mu) + 2^3\frac{J_4(l)}{l^3}D^2(\sigma\cos\mu) - \ldots$$

. . . .

Die Frage nach der Convergenz der Reihen für die X und Z erledigt sich leicht in folgender Weise.

Da $J_n(l) = \frac{l^n}{2^n \Pi(n)}\left\{1 - \frac{l^2}{2\cdot 2n+2} + \frac{l^4}{2\cdot 4\cdot 2n+2\cdot 2n+4} - \ldots\right\}$ ist, so kann man für jedes reelle l von einem gewissen n an $\frac{2^n J_n(l)}{l^n}$ durch $\frac{1}{\Pi(n)}(1 - \delta_n)$ ersetzen, wo δ_n einen Bruch bedeutet, der mit wachsendem n sich der Grenze 0 nähert. Betrachte ich nun allgemein die Reihe:

$$F(l) = 2\frac{J_1(l)}{l}f(\sigma)_{\sigma=0} - 2^2\frac{J_2(l)}{l^2}D^1 f(\sigma) + 2^3\frac{J_3(l)}{l^3}D^2 f(\sigma) - \ldots,$$

so kann ich die Glieder derselben von jener bestimmten Stelle n an nach dem obigen durch

$$\pm\left\{\frac{(1-\delta^n)}{\Pi(n)}D^{n-1}f(\sigma) - \frac{(1-\delta_{n+1})}{\Pi(n+1)}D^n f(\sigma) + \frac{(1+\delta_{n+2})}{\Pi(n+2)}D^{n+1}f(\sigma) - \ldots\right\}$$

ersetzen. Dieser Ausdruck convergiert sicher, falls die Reihe der Moduln der Glieder

$$\frac{1}{\Pi(n)}D^{n-1}f(\sigma),\ \frac{1}{\Pi(n+1)}D^n f(\sigma),\ \frac{1}{\Pi(n+2)}D^{n+1}f(\sigma)\ \ldots$$

convergiert. Nehme ich nun den Punkt 1 zum Ausgangspunkt einer Potenzreihe, so kann ich die Function $f(1+\sigma)$ solange in eine convergente Potenzreihe nach σ:

$$D^0 f(\sigma) + D^1\cdot f(\sigma)\cdot\frac{\sigma}{1} + D^2 f(\sigma)\cdot\frac{\sigma^2}{1\cdot 2} + \ldots$$

entwickeln, als $f(1+\sigma)$ eindeutig, endlich und stetig bleibt. Falls dies der Fall ist, convergiert aber auch die Reihe der Modulglieder; demnach convergiert unser obiger Ausdruck solange, als $f(1+\sigma)$ eindeutig, endlich und stetig bleibt. Da dies für alle von uns betrachteten Functionen $\cos\mu$, $\sigma\cos\mu$, $\sigma^2\cos\mu\ldots$, $\sin\mu$, $\sigma\sin\mu$, $\sigma^2\sin\mu\ldots$ für endliche Werte

des Argumentes der Fall ist, convergieren die von uns gegebenen Reihen von einem bestimmten Gliede an für jedes l.

Was weiter die Berechnung der Reihen anbelangt, so handelt es sich, da für die Bessel'schen Functionen — wenn auch nicht voll genügende — Tafeln vorhanden sind, jetzt um die explicite Darstellung der mehrfachen Differentialquotienten. Man sieht nun zunächst ohne weiteres, dass die in Z_1'', Z_1''' . . . und Z_2'', Z_2''' . . . neu auftretenden Coefficienten sich auf die in X_1, X_2 oder Z_1', Z_2' vorkommenden reducieren lassen. Nach bekannten Regeln ergibt sich nämlich, wenn man den Ausdruck

$$\frac{n(n-1)(n-2)\ldots\overline{n-m-1}}{1\cdot 2\cdot 3\ldots m}$$

mit n_m bezeichnet,

$$D^n(\sigma \sin\mu) = D^n \sin\mu + n_1 D^{n-1} \sin\mu$$

$$D^n(\sigma^2 \sin\mu) = D^n \sin\mu + 2\cdot n_1 D^{n-1} \sin\mu + 2\cdot 1\, n_2 D^{n-2} \sin\mu \text{ etc.}$$

und die analoge Formelserie, in der der Cosinus an die Stelle des Sinus gesetzt ist.[1])

Wir haben uns desshalb nur mit der Darstellung von $D^n \cos\mu$ und $D^n \sin\mu$ zu beschäftigen und werden natürlicher Weise die Hilfsmittel hierzu zum Teil der Theorie der höheren Differentialquotienten entnehmen. Speciell benutzen wir folgenden Satz: Es sei eine beliebige Function von σ $h = h(\sigma)$ gegeben und von dieser eine Function $F(h) = f(\sigma)$; alsdann besteht zwischen dem $n$ten Differentialquotienten von f nach σ $(f^n(\sigma))$ und der Reihe der Differentialquotienten von F nach h eine lineare Gleichung von der Form:

$$f^{(n)}(\sigma) = \frac{W_1}{1}\cdot F'(h) + \frac{W_2}{\Pi(2)}\cdot F''(h) + \ldots + \frac{W_n}{\Pi(n)} F^n(h),$$

worin die W Functionen bedeuten, die nur von h abhängen und in der Gestalt:

$$W_m = \left|\frac{\partial^n}{\partial \tau^n}\left\{h(\sigma+\tau) - h(\sigma)\right\}^m\right|_{\tau=0}$$

1) Wollen wir eine successive Reduktion der $D(\sigma^k \cos\mu)$ resp. $D(\sigma^k \sin\mu)$, nämlich auf $D(\sigma^{k-1}\cos\mu)$ und $D(\sigma^{k-1}\sin\mu)$, so ist auch dies leicht bewirkt, indem:

$$D^n(\sigma^k \sin\mu) = D^n(\sigma^{k-1}\sin\mu) + n_1 D^{n-1}(\sigma^{k-1}\sin\mu)$$

$$D^n(\sigma^k \cos\mu) = D^n(\sigma^{k-1}\cos\mu) + n_1 D^{n-1}(\sigma^{k-1}\cos\mu).$$

oder auch

$$m_0 \frac{\partial^n \cdot h^m}{\partial \sigma^n} - m_1 h \cdot \frac{\partial^n \cdot h^{m-1}}{\partial \sigma^n} + m_2 h^2 \frac{\partial^n h^{m-2}}{\partial \sigma^n} - \ldots$$

dargestellt werden können.[1])

Setzen wir in dieser Formel für h

$$\mu = (1 - \sigma)\frac{k_0}{2} + (1 - \sigma^2)\frac{k_1}{4} + (1 - \sigma^3)\frac{k_2}{6}$$

und für F $e^{i\mu} = \cos\mu + i\sin\mu$, so erhalten wir:

$$\frac{\partial^n e^{i\mu}}{\partial \sigma^n} = e^{i\mu}\left\{\frac{W_1}{1}\cdot i + \frac{W_2}{\Pi(2)} i^2 + \frac{W_3}{\Pi(3)} i^3 + \cdot + \frac{W_n}{\Pi(n)} i^n\right\}$$

oder bei Einführung des Wertes $\sigma = 1$

$$D^n(\cos\mu + i\sin\mu) = \frac{W_1}{1}\cdot i + \frac{W_2}{\Pi(2)} i^2 + \ldots + \frac{W^n}{\Pi(n)} i^n.$$

Dabei kann W_m nach der zweiten Darstellung (zweite Zeile dieser Seite) durch $D^n(\mu^m)$ ausgedrückt werden. Wir erhalten also schliesslich durch Trennung des Reellen vom Imaginären die Reihen:

$$D^n \cos\mu = -\frac{D^n(\mu^2)}{\Pi(2)} + \frac{D^n(\mu^4)}{\Pi(4)} - \frac{D^n(\mu^6)}{\Pi(6)} + \ldots$$

$$D^n \sin\mu = \frac{D^n(\mu)}{\Pi(1)} - \frac{D^n(\mu^3)}{\Pi(3)} + \frac{D^n(\mu^5)}{\Pi(5)} - \ldots,$$

welche, wie aus der Entstehung hervorgeht, bei μ^{n-1} oder μ^n abzubrechen sind.

Obwohl mit diesen Formeln die Berechnung von $D^n \cos\mu$ und $D^n \sin\mu$ bereits ziemlich einfach ist, so ist dennoch der Wunsch nach einer vollständig expliciten Darstellung noch berechtigt. Da es sich nun in den vorliegenden Formeln um die Differentiation von Potenzen einer Function handelt, so kann man auf jedes der Glieder $D^n(\mu^k)$ den obigen allgemeinen Satz noch einmal anwenden; man kommt aber unmittelbar zu der schliesslichen Darstellung, falls man nur für W_m die erste Form benutzt. Thun wir dies, so erhalten wir für W_m den Ausdruck:

$$\left|\frac{\partial^n}{\partial \tau^n}\cdot\left\{\mu(\sigma + \tau) - \mu(\sigma)\right\}^m\right|_{\substack{\tau=0\\ \sigma=1}}.$$

---

1) Vergl. z. B. Schlömilch, Compendium der höheren Analysis, Bd. II, pag. 5.

Da nun $\mu(\sigma)$ für $\sigma = 1$ verschwindet, so erhält $\mu(\sigma + \tau) - \mu(\sigma)$ für den gleichen Wert $\sigma = 1$ die Form:

$$\frac{k_0}{2}(1 - \sqrt{1 + \tau}) + \frac{k_1}{4}(1 - \sqrt{1 + \tau^2}) + \frac{k_2}{6}(1 - \sqrt{1 + \tau^3})$$

oder nach Potenzen von τ geordnet:

$$-\tau \left\{\frac{k_0 + k_1 + k_2}{2} + \tau\left(\frac{k_1}{4} + \frac{k_2}{2}\right) + \tau^2 \frac{k_2}{6}\right\}$$

Führen wir jetzt an Stelle von k_0, k_1, k_2 drei neue Grössen ein, die durch die Gleichungen

$$\frac{k_0 + k_1 + k_2}{2} = a, \quad \frac{k_1}{4} + \frac{k_2}{2} = b, \quad \frac{k_2}{6} = c$$

definiert sind, so geht der Ausdruck für W_m in

$$(-1)^m \left| \frac{\partial^n}{\partial \tau^n} \left\{\tau(a + b\tau + c\tau^2)\right\}^m \right|_{\tau = 0}$$

über. Differentiieren wir diese Form nach der Regel für ein Produkt, in dem wir τ^m als den einen, $(a + b\tau + c\tau^2)^m$ als den anderen Faktor betrachten, so verschwinden in der entstandenen Summe alle anderen Glieder ausser demjenigen, bei welchem die Differentiation an τ^m gerade m mal ausgeführt wird; diejenigen nämlich, bei welchen sie weniger als m mal ausgeführt wird, behalten eine positive Potenz von τ übrig und verschwinden desshalb mit τ, da der andere Faktor endlich bleibt; für diejenigen aber, bei welchen sie mehr als m mal ausgeführt wird, ist natürlich der erste Faktor auch ohne einen speciellen Wert für τ gleich Null. W_m lässt sich infolge dessen in der Form:

$$(-1)^m n_m \Pi(m) \left| \frac{\partial^{n-m}(a + b\tau + c\tau^2)^m}{\partial \tau^{n-m}} \right|_{\tau = 0}$$

schreiben.

Wir wollen nun zunächst einmal den Specialfall $c = o$, also $k_2 = o$ behandeln, in dem also nur ein Aberrationsglied, das der 4. Potenz der Oeffnung proportional ist, vorkommt. Entwickeln wir $(a + b\tau)^m$ nach der binomischen Regel, so ist das Glied, welches hier allein in betracht kommt, da alle übrigen verschwinden, dasjenige, welches τ^{n-m} enthält, also $m_{n-m}\, a^{2m-n} \cdot (b\tau)^{n-m}$. Wir erhalten also für den $n - m$ ten Diffe-

rentialquotienten desselben $m_{n-m}\, a^{2m-n}\, b^{n-m} \cdot \Pi(n-m)$ und demnach für W_m: $(-1)^m\, n_m\, \Pi(m)\, \Pi(n-m)\, m_{n-m}\, a^{2m-n} \cdot b^{n-m}$. Diese Form lässt sich noch etwas vereinfachen; da nämlich $n_m = \frac{\Pi(n)}{\Pi(m)\,\Pi(n-m)}$ und entsprechend $m_{n-m} = \frac{\Pi(m)}{\Pi(n-m)\,\Pi(2m-n)}$ ist, so ergibt sich für $\frac{W_m}{\Pi(m)}$:

$$(-1)^m \frac{\Pi(n)}{\Pi(n-m)\,\Pi(2m-n)} \cdot a^{2m-n}\, b^{n-m}.$$

Da wir nun weiter den Vorzeichenwechsel in den Reihen $D^n \cos\mu$ und $D^n \sin\mu$ durch $\frac{m(m-1)}{1 \cdot 2}$ darstellen können, so erhalten wir:

$$D^n \cos\mu = \Sigma (-1)^{\frac{m(m+1)}{1 \cdot 2}} \frac{\Pi(n)}{\Pi(n-m)\,\Pi(2m-n)} \cdot a^{2m-n}\, b^{n-m}$$

und für $D^n \sin\mu$ den gleichen Ausdruck. Die Summenzeichen beziehen sich dabei in der Darstellung von $D^n \cos\mu$ auf die geraden m bis zu $n-1$ resp. n und in der Darstellung von $D^n \sin\mu$ auf die ungeraden m bis zu $m = n-1$ resp. n. — Was den Anfangswert von m für die beiden Reihen anbetrifft, so ersieht man aus der Gleichung:

$$W_m = (-1)^m \left| \frac{\partial^n}{\partial \tau^n} \left\{(a + b\,\tau)\,\tau\right\}^m \right|_{\tau=0}$$

unmittelbar, dass jedes m den Ungleichungen $n - m \geqq 0$ und $n - 2m \leqq 0$ oder der damit identischen $m \leqq n \leqq 2m$ genügen muss, da sonst die entsprechenden Glieder verschwinden. Wir müssen demnach auf Grund der Thatsache, dass in $D^n \cos\mu$ nur gerade, in $D^n \sin\mu$ nur ungerade m vorkommen, die vier Fälle, dass n eine Zahl von der Form $4p$, $4p+1$, $4p+2$, $4p+3$ ist, trennen und erhalten folgende Uebersicht:

Form von n.	$D^n \cos\mu$		$D^n \sin\mu$	
	Anfangswert,	Endwert von m.	Anfangswert,	Endwert von m
$4p$	$\frac{n}{2}$	n	$\frac{n+2}{2}$	$n-1$
$4p+1$	$\frac{n+3}{2}$	$n-1$	$\frac{n+1}{2}$	n
$4p+2$	$\frac{n+2}{2}$	n	$\frac{n}{2}$	$n-1$
$4p+3$	$\frac{n+1}{2}$	$n-1$	$\frac{n+3}{2}$	n

Nehmen wir z. B. $n = 5$, so sind die Anfangs- und Endwerte für m in $D^5 \cos \mu$ resp. $D^5 \sin \mu$ hiernach 4,4 resp. 3,5. Wir haben also $D^5 \cos \mu$

$$= \frac{\Pi(5)}{\Pi(1)\,\Pi(3)}\, a^3\, b = 20\, a^3\, b \text{ und } D^5 \sin \mu$$

$$= + \frac{\Pi(5)}{\Pi(2)\,\Pi(1)}\, a\, b^2 - \frac{\Pi(5)}{\Pi(5)}\, a^5 = 60\, a\, b^2 - a^5.$$

Es ergibt sich auf diese Weise folgende Tabelle:

$$D^0 \cos \mu = 1$$

$$D^1 \cos \mu = 0$$

$$D^2 \cos \mu = -a^2$$

$$D^3 \cos \mu = -6\, a\, b$$

$$D^4 \cos \mu = -12\, b^2 + a^4$$

$$D^5 \cos \mu = 20\, a^3\, b$$

$$D^6 \cos \mu = \frac{\Pi(6)}{\Pi(2)\,\Pi(2)} \cdot a^2\, b^2 - a^6$$

$$D^7 \cos \mu = \frac{\Pi(7)}{\Pi(3)\,\Pi(1)} \cdot b^3\, a - \frac{\Pi(7)}{\Pi(5)}\, b\, a^5$$

$$D^8 \cos \mu = \frac{\Pi(8)}{\Pi(4)\,\Pi(0)} \cdot b^4 - \frac{\Pi(8)}{\Pi(2)\,\Pi(4)}\, b^2\, a^4 + \frac{\Pi(8)}{\Pi(0)\,\Pi(8)}\, a^8 \text{ etc.}^{1)}$$

$$D^0 \sin \mu = 0$$

$$D^1 \sin \mu = -a$$

$$D^2 \sin \mu = -2\, b$$

$$D^3 \sin \mu = +a^3$$

$$D^4 \sin \mu = +12\, a^2\, b$$

$$D^5 \sin \mu = 60\, a\, b^2 - a^5$$

$$D^6 \sin \mu = \frac{\Pi(6)}{\Pi(3)\,\Pi(0)}\, b^3 - \frac{\Pi(6)}{\Pi(1)\,\Pi(4)}\, a^4\, b$$

$$D^7 \sin \mu = -\frac{\Pi(7)}{\Pi(2)\,\Pi(3)}\, b^2\, a^3 + a^7$$

$$D^8 \sin \mu = -\frac{\Pi(8)}{\Pi(3)\,\Pi(2)}\, b^3\, a^2 + \frac{\Pi(8)}{\Pi(1)\,\Pi(6)}\, b\, a^6 \text{ etc.}$$

1) $\Pi(0)$ soll gleich 1 sein.

Nach Erledigung dieses Specialfalles, der wegen eines späteren Beispiels etwas ausführlich dargestellt ist, wenden wir uns jetzt wieder der allgemeineren Formel für W_m zu. Es war

$$\frac{W_m}{\Pi(m)} = (-1)^m n_m \left| \frac{\partial^{n-m}}{\partial \tau^{n-m}} \left\{ a + b\tau + c\tau^2 \right\}^m \right|_{\tau=0}$$

und es handelt sich jetzt darum W_m explicite durch a, b, c auszudrücken. Wir zerlegen zu dem Zwecke $a + b\tau + c\tau^2$ in zwei Faktoren $\alpha + \beta\tau$ und $\gamma + \delta\tau$, so dass also die Beziehungen $\alpha\gamma = a$, $\beta\gamma + \delta\alpha = b$, $\beta\delta = c$ gelten.

Es ist nun zunächst klar, dass für alle Werte von m, für die $n - m > 2m$ ist, W_m verschwindet; demnach tritt zu der Beziehung $n - m > 0$ die weitere $n - 3m \overline{\leqq} 0$ hinzu. Entwickle ich nun unter Benutzung der für die mehrfache Differentiation eines Produktes geltenden Regel

$$\frac{\partial^{n-m}}{\partial \tau^{n-m}} \cdot \left\{ (\alpha + \beta\tau)(\gamma + \delta\tau) \right\}^m$$

in eine Reihe von Gliedern, so erhalte ich:

$$\frac{\partial^{n-m}}{\partial \tau^{n-m}} \cdot \left\{ (\alpha + \beta\tau)(\gamma + \delta\tau) \right\}^m$$

$$= (\alpha + \beta\tau)^m \frac{\partial^{n-m}(\gamma + \delta\tau)^m}{\partial \tau^{n-m}} + (n-m)_1 \frac{\partial(\alpha + \beta\tau)^m}{\partial \tau} \cdot \frac{\partial^{n-m-1}(\gamma + \delta\tau)}{\partial \tau^{n-m-1}}$$

$$+ (n-m)_2 \frac{\partial^2(\alpha + \beta\tau)^m}{\partial \tau^2} \cdot \frac{\partial^{n-m-2}(\gamma + \delta\tau)^m}{\partial \tau^{n-m-2}} + \ldots + \frac{\partial^{n-m}(\alpha + \beta\tau)^m}{\partial \tau^{n-m}} \cdot (\gamma + \delta\tau)^m \cdot$$

$$= \Sigma (n-m)_k \frac{\partial^k(\alpha + \beta\tau)^m}{\partial \tau^k} \cdot \frac{\partial^{n-m-k}(\gamma + \delta\tau)^m}{\partial \tau^{n-m-k}}.$$

In dieser Summe hätte sich die Zahl k eigentlich über alle ganzen positiven Zahlen von 0 bis $n - m$ zu erstrecken, es ist indessen leicht zu sehen, dass eine Reihe von Gliedern wegfällt. Es sind dies nämlich alle diejenigen, für welche entweder $n - m - k$ oder k grösser als m ist. Wir können demnach für k die Bedingungen $n - 2m - k \leqq 0$ und $k \overline{\leqq} m$ festsetzen. Führen wir jetzt in derselben Weise wie früher (pag. 158 und 159) die Differentiationen an

$$\frac{\partial^k(\alpha + \beta\tau)^m}{\partial \tau^k} \text{ und } \frac{\partial^{n-m-k}}{\partial \tau^{n-m-k}}(\gamma + \delta\tau)^m$$

aus, so erhalten wir $\tau = 0$ gesetzt für den ersteren Ausdruck:

$$\frac{\Pi(m)}{\Pi(m-k)} \cdot \alpha^{m-k} \beta^k, \text{ für den zweiten } \frac{\Pi(m)}{\Pi(2m-n+k)} \cdot \gamma^{2m-n+k} \delta^{n-m-k}$$

und demnach für ihr Produkt:

$$\frac{\Pi(m) \cdot \Pi(m)}{\Pi(m-k)\,\Pi(2m-n+k)} \cdot \alpha^{m-k} \beta^k \gamma^{2m-n+k} \delta^{n-m-k}.$$

Hiermit ergibt sich:

$$\left| \frac{\partial^{n-m}}{\partial \tau^{n-m}} \left\{(\alpha + \beta\tau)(\gamma + \delta\tau)\right\}^m \right|_{\tau=0}$$

$$= \Sigma \frac{\Pi(n-m)}{\Pi(k)\,\Pi(n-m-k)} \cdot \frac{\Pi(m) \cdot \Pi(m)}{\Pi(2m-n+k)\,\Pi(m-k)} \alpha^{m-k} \beta^k \gamma^{2m-n+k} \delta^{n-m-k},$$

worin die Summe über alle Werte k von $n - 2m$ bis m zu erstrecken ist.

Es ist von vorneherein klar, dass die W und damit die Ausdrücke für $D^n \cos\mu$ und $D^n \sin\mu$ nach a, b, c rational sind, andererseits aber sind mindestens einige der Werte $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ in bezug auf dieselben Grössen a, b, c irrational. Wir haben es demnach mit einer scheinbaren Irrationalität der W zu thun und stellen uns die Aufgabe, diese zu beseitigen. Betrachten wir zu diesem Zwecke zunächst den in der obigen Summe vorkommenden Faktor $\alpha^{m-k} \beta^k \gamma^{2m-n+k} \delta^{-m+n-k}$, so können wir demselben die Form

$$(\alpha\gamma)^m \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^k \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^{n-m-k}, \text{ oder, da } \alpha\gamma = a,\ a^m \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^k \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^{n-m-k}$$

geben. Aus Gründen der Symmetrie der Faktoren $\alpha + \beta\tau$ und $\gamma + \delta\tau$ und wie auch direkt leicht einzusehen ist, wenn man in das unter dem Summenzeichen stehende Glied an Stelle von k $n - m - k$ substituiert, müssen ferner in jener Summe je zwei gleich weit von den Enden abstehende Glieder den gleichen vor den Potenzen von $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ stehenden Faktor besitzen. Nehme ich demnach je zwei solche Glieder zusammen, so erhalte ich:

$$\Sigma \frac{\Pi(n-m)}{\Pi(k)\,\Pi(n-m-k)} \cdot \frac{\Pi(m)\,\Pi(m)}{\Pi(2m-n+k)\,\Pi(m-k)} a^m \left\{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^k \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^{n-m-k} + \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^k \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{n-m+k}\right\}$$

und hierin ist die Summe in bezug auf k nur über die Reihe der Werte

von $n-2m$ bis $\frac{n-m}{2}$ zu erstrecken. — Der Inhalt der Klammer ist, wie man sieht, eine rationale symmetrische Funktion der Grössen $\frac{\alpha}{\beta}$ und $\frac{\gamma}{\delta}$; da nun diese die Wurzeln der algebraischen Gleichung $a - b\tau + c\tau^2 = 0$ sind, andererseits aber nach einem bekannten Satze der Algebra jede rationale und symmetrische Funktion der Wurzeln einer Gleichung sich rational durch die Coefficienten dieser Gleichung ausdrücken lässt, so haben wir hier nur die Theorie der symmetrischen Funktionen anzuwenden, um zu einer in a, b, c rationalen Darstellung der W zu gelangen. Schreiben wir zu diesem Zwecke den Ausdruck

$$\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^k \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^{n-m-k} + \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^k \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{n-m-k}$$

in der Form

$$\left(\frac{\beta\,\delta}{\alpha\,\gamma}\right)^{n-m-k} \left\{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{2k-n+m} + \left(\frac{\delta}{\gamma}\right)^{2k-n+m}\right\}$$

oder wegen $\beta\,\delta = c,\ \alpha\,\gamma = a,\ \left(\frac{c}{a}\right)^{n-m-k} \left\{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{n-m-2k} + \left(\frac{\gamma}{\delta}\right)^{n-m-2k}\right\}.$

so handelt es sich nur noch darum, die Summe der $n-m-2k$ ten Potenzen der Wurzeln der quadratischen Gleichung $a - b\tau + c\tau^2 = 0$ darzustellen. Es ergibt sich, wenn wir zur Abkürzung $n-m-2k = \bar{n}$ setzen,

$$\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{n-m-2k} + \left(\frac{\gamma}{\delta}\right)^{n-m-2k} = \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{\bar{n}} + \left(\frac{\gamma}{\delta}\right)^{\bar{n}}$$

$$= \left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}} - \bar{n}\left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}-2} \cdot \frac{a}{c} + \frac{\bar{n}(\bar{n}-3)}{1 \cdot 2}\left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}-4}\left(\frac{a}{c}\right)^2 + \cdots$$

$$+ (-1)^\mu \frac{\bar{n}(\bar{n}-\mu-1)(\bar{n}-\mu-2)\ldots(\bar{n}-2\mu+1)}{1 \cdot 2 \quad 3 \ldots \mu}\left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}-2\mu} \cdot \left(\frac{a}{c}\right)^\mu + \cdots,$$

wobei der letzte Wert von μ die grösste in $\frac{n-m-2k}{2}$ enthaltene Zahl ist.

Setzen wir den gefundenen Ausdruck in die obige Summe ein, so erhalten wir

$$\left| \frac{\partial^{n-m}\{a + b\tau + c\tau\}^m}{\partial\,\tau^{n-m}} \right|_{\tau=0}$$

$$= \sum_{k=n-2m}^{\frac{n-m}{2}} \frac{\Pi(n-m)}{\Pi(k)\,\Pi(n-m-k)} \cdot \frac{\Pi(m)\cdot\Pi(m)}{\Pi(2m-n+k)\,\Pi(m-k)} \cdot a^m \left(\frac{c}{a}\right)^{n-m-k}$$

$$\left\{\left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}} - \bar{n}\left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}-2}\frac{a}{c}\cdot + \frac{\bar{n}(\bar{n}-3)}{1\cdot 2\cdot}\left(\frac{b}{c}\right)^{\bar{n}-4}\left(\frac{a}{c}\right)^2 - \cdot\cdot\right\},$$

worin die Summe, wie hier noch einmal erwähnt werden mag, sich über alle positiven ganzzahligen Werte von k erstreckt, die der Ungleichung:

$$n - 2\,m \overline{<} k \overline{<} \frac{n-m}{2}\cdot$$

genügen und worin der Klammerinhalt mit demjenigen Werte von μ abzubrechen hat, welcher der grössten in $\frac{n-m-2k}{2}$ enthaltenen ganzen Zahl gleich ist.

Wir können jetzt die Ausdrücke für $D^n \cos\mu$ und $D^n \sin\mu$ fertig hinschreiben; dieselben lauten:

$$D^n \cos\mu = \Sigma(-1)^{\frac{m(m-1)}{1.2}} \frac{W_m}{\Pi(m)}$$

$$= \Sigma(-1)^{\frac{m(m+1)}{1.2}} n_m \left| \frac{\partial^{n-m}}{\partial \tau^{n-m}} \left\{a + b\,\tau + c\,\tau^2\right\}^m \right|_{\tau=0} \quad \text{und}$$

$$D^n \sin\mu = \Sigma(-1)^{\frac{n(m-1)}{1.2}} \frac{W_m}{\Pi(m)}$$

$$= \Sigma(-1)^{\frac{m(m+1)}{1.2}} n_m \left| \frac{\partial^{n-m}}{\partial \tau^{n-m}} \left\{a + b\,\tau + c\,\tau^2\right\}^m \right|_{\tau=0}$$

und erstreckt sich die Summe in $D^n \cos\mu$ auf alle geraden, die in $D^n \sin\mu$ auf alle ungeraden der Ungleichheit $m \overline{<} n \overline{<} 3\,m$ genügenden Zahlen. Wir wollen bezüglich der Anwendung dieser Formeln zwei Beispiele geben, nämlich die Bildung von $D^7 \cos\mu$ und $D^4 \sin\mu$. Was zunächst den letzteren Ausdruck anbetrifft, so kommt wegen $m < 4 \overline{<} 3\,m$ und weil m ungerade sein muss, für dasselbe nur der Wert 3 in Betracht. Setzen wir nun die Werte für n und m in die Ungleichung für k, nämlich $n - 2\,m \overline{<} k \overline{<} \frac{n-m}{2}$ ein, so ergibt sich $-2 \overline{<} k \overline{<} \frac{1}{2}$ und es kann demnach k, da es eine positive Zahl sein muss, nur den Wert 0 annehmen. Wir erhalten also:



$$D^4 \sin\mu = \frac{\Pi(4)}{\Pi(3)\,\Pi(1)} \cdot \frac{\Pi(1)}{\Pi(0)\,\Pi(1)} \cdot \frac{\Pi(3)\,\Pi(3)}{\Pi(2)\,\Pi(3)}\, a^3 \left(\frac{c}{a}\right)^1 \left(\frac{b}{c}\right)^1 = 12\, a^2 b.$$

Nehmen wir weiter $D^7 \cos\mu$. Die Ungleichung $m \lesseqgtr 7 \gtreqless 3\,m$ liefert die Möglichkeit, dass $m = 4$ oder 6 ist. Für $m = 4$ ergeben sich dann die zugehörigen k aus $-1 \lesseqgtr k \lesseqgtr \frac{3}{2}$ zu 0 und 1, für $m = 6$ aus $-5 \gtreqless k \lesseqgtr \frac{1}{2}$ zu 0. Demnach erhält man nach Ausführung der Rechnung

$$D^7 \cos\mu = 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7\,(a\,b^3 + 3\,a^2\,b\,c) - 7 \cdot 6\,a^5\,b.$$

In dieser Weise lässt sich folgende Tabelle berechnen.

$$D^0 \cos\mu = 1$$
$$D^1 \cos\mu = 0$$
$$D^2 \cos\mu = -a^2$$
$$D^3 \cos\mu = -6\,a\,b$$
$$D^4 \cos\mu = a^4 - 12\,b^2 - 24\,a\,c$$
$$D^5 \cos\mu = 20\,a^3\,b - 120\,b\,c$$
$$D^6 \cos\mu = a^6 + 180\,a^2\,b^2 + 120\,a^3\,c - 360\,c^2$$
$$D^7 \cos\mu = 840\,a\,b^3 + 2520\,a^2\,b\,c - 42\,a^5\,b \text{ etc.}$$

$$D^0 \sin\mu = 0$$
$$D^1 \sin\mu = -a$$
$$D^2 \sin\mu = -2\,b$$
$$D^3 \sin\mu = a^3 - 6\,c$$
$$D^4 \sin\mu = 12\,a^2\,b$$
$$D^5 \sin\mu = -a^5 + 60\,a\,b^2 + 60\,a^2\,c$$
$$D^6 \sin\mu = 720\,c\,b + 120\,b^3 - 30\,a^4\,b.$$

Obwohl die hier gegebene Darstellung der Differentialquotienten nicht zu compliciert und wegen ihres independenten Charakters von Wichtigkeit ist, dürfte es doch von Interesse sein, auch andere Darstellungen z. B. solche recursiver Natur kennen zu lernen. Um zu diesen auf möglichst einfachem Wege zu gelangen, führen wir in

$$\mu = \frac{k_0}{2}(1 - \sigma) + \frac{k_1}{4}(1 - \sigma^2) + \frac{k_2}{6}(1 - \sigma^3)$$

an Stelle der k unsere Grössen a, b, c ein. Dieselben waren durch die Gleichungen

$$\frac{k_0 + k_1 + k_2}{2} = a, \quad \frac{k_1}{4} + \frac{k_2}{2} = b, \quad \frac{k_2}{6} = c$$

definiert und man erhält nach a, b, c geordnet:

$$\mu = (1 - \sigma)\, a - (1 - \sigma)^2\, b + (1 - \sigma)^3\, c.$$

Führe ich nun in dem $n$ten Differentialquotienten $\frac{\partial^n e^{i\mu}}{\partial \sigma^n}$ eine Differentiation aus, so ergibt sich

$$\frac{\partial^n e^{i\mu}}{\partial \sigma^n} = \frac{\partial^{n-1}}{\partial \sigma^{n-1}} \left\{ (-a i + 2 b i (1 - \sigma) - 3 c i (1 - \sigma)^2)\, e^{i\mu} \right\}.$$

$$= -a i \frac{\partial^{n-1} e^{i\mu}}{\partial \sigma^{n-1}} + 2 b i \frac{\partial^{n-1} (e^{i\mu} (1 - \sigma))}{\partial \sigma^{n-1}} - 3 c i \frac{\partial^{n-1} ((1 - \sigma)^2 e^{i\mu})}{\partial \sigma^{n-1}},$$

oder, falls ich in jedem der zwei letzten Glieder die Regel für die mehrfache Differentiation eines Produktes anwende und darauf $\sigma = 1$ setze:

$$D^n e^{i\mu} = -i a D^{n-1} e^{i\mu} - 2 \cdot 1\, i b (n-1)_1 D^{n-2} e^{i\mu} - 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot i c (n-1)_2 D^{n-3} e^{i\mu}$$

Diese Formel gibt durch Trennung des Imaginären und Reellen unmittelbar die Recursionsformeln:

$$D^n \cos \mu = a D^{n-1} \sin \mu + (m-1)\, 2 b D^{n-2} \sin \mu + 3 c (n-1)(n-2) D^{n-3} \sin \mu$$

$$D^n \sin \mu = -a D^{n-1} \cos \mu - (m-1)\, 2 b D^{n-2} \cos \mu - 3 c (n-1)(n-2) D^{n-3} \cos \mu$$

Es bedarf keines Wortes, dass man daraus $D^n \cos \mu$ durch lauter Differentialquotienten des Cosinus darstellen kann, doch ist dies unübersichtlich und hat keinen Nutzen.

Eine weitere und zwar sehr einfache Beziehung zwischen benachbarten Differentialquotienten ergibt sich durch Differentiation von $D^n e^{i\mu}$ nach a, b, c; man erhält nämlich dadurch:

$$\frac{\partial D^n e^{i\mu}}{\partial a} = D^n \left\{ i (1 - \sigma)\, e^{i\mu} \right\}$$

$$\frac{\partial D^n e^{i\mu}}{\partial b} = -D^n \left\{ i (1 - \sigma)^2\, e^{i\mu} \right\}$$

$$\frac{\partial D^n e^{i\mu}}{\partial c} = +D^n \left\{ i (1 - \sigma)^3\, e^{i\mu} \right\}$$

oder wiederum mit Benutzung der Regel für die mehrfache Differentiation eines Produktes:



$$\frac{\partial D^n e^{i\mu}}{\partial a} = -i n_1 D^{n-1} e^{i\mu}$$

$$\frac{\partial D^n e^{i\mu}}{\partial b} = -2\,1 \cdot i n_2 D^{n-2} e^{i\mu}$$

$$\frac{\partial D^n e^{i\mu}}{\partial c} = -3 \cdot 2\,1 \cdot i n_3 D^{n-3} e^{i\mu}$$

Durch Trennung des Reellen und Imaginären fliessen hieraus die Formeln:

$$\frac{\partial D^n \cos\mu}{\partial a} = n D^{n-1} \sin\mu, \qquad \frac{\partial D^n \sin\mu}{\partial a} = -n D^{n-1} \cos\mu$$

$$\frac{\partial D^n \cos\mu}{\partial b} = n(n-1) D^{n-2} \sin\mu, \qquad \frac{\partial D^n \sin\mu}{\partial b} = -n(n-1) D^{n-2} \cos\mu$$

$$\frac{\partial D^n \cos\mu}{\partial c} = n(n-1)(n-2) D^{n-3} \sin\mu, \qquad \frac{\partial D^n \sin\mu}{\partial c} = -n(n-1)(n-2) D^{n-3} \cos\mu$$

Dieselben sind für die Bildung von $D^n \genfrac{}{}{0pt}{}{\cos}{\sin} \mu$ ausserordentlich bequem. Nehmen wir z. B. an, es handelt sich um die Bildung von $D^6 \cos\mu$; $D^5 \sin\mu$, $D^4 \sin\mu$, $D^3 \sin\mu$ haben die Werte

$$-a^5 + 60\, a\, b^2 + 60\, a^2 c,\ \ 12\, a^2 b,\ \ a^3 - 6\, c.$$

Durch Integration dieser nach a resp. b resp. c und Multiplication mit 6 resp. $6 \cdot 5$ resp. $6 \cdot 5 \cdot 4$ ergeben sich die Grössen

$$-a^6 + 180\, a^2 b^2 + 120\, a^2 c,\ \ 180\, a^2 b^2,\ \ 120\, a^3 c - 360\, c^2.$$

Da nun die $D^n \genfrac{}{}{0pt}{}{\cos}{\sin} \mu$ von a, b, c unabhängige Grössen nicht enthalten können, — sie sind sogar homogen, falls man a, b, c der Reihe nach die erste resp. zweite resp. dritte Dimension zulegt — so ergibt sich für $D^6 \cos\mu$

$$-a^6 + 180\, a^2 b^2 + 120\, a^3 c - 360\, c^2.$$

Wenn wir früher gesagt hatten, dass für die Möglichkeit unserer Darstellung die Anzahl der Aberrationsglieder völlig gleichgiltig sei, so dürfte dies aus dem vorangegangenem einleuchtend sein. Praktisch würde am meisten die independente Darstellung von $D^n \cos\mu$ und $D^n \sin\mu$ durch die Grössen a, b, c Weitläufigkeiten besitzen, doch besteht keinerlei principielle Schwierigkeit, dasselbe Verfahren bei Anwesenheit von beliebig vielen der Grössen a, b, c etc. zu benutzen.

III. Entwicklung der Fundamentalformeln für Punkte in der Nähe der Symmetrieaxe.

Wir wenden uns jetzt zu einer zweiten Entwicklung der Functionen X und Z. Um zu der ersten zu gelangen, hatten wir bei der partiellen Integration die mit einer passenden Potenz von s oder σ multiplicierte Bessel'sche Function integriert und infolge dessen als Coefficienten Differentialquotienten erhalten. Dies Verhältniss kann man aber auch umkehren und damit ergibt sich eine zweite Darstellung. Betrachten wir zunächst X_1 und $- X_2$, so besassen diese die Form

$$\int_0^1 J_0(l\sqrt{\sigma}) \begin{matrix}\cos\mu \\ \sin\mu\end{matrix}\, d\sigma.$$

Wir nehmen allgemein

$$\int_0^\sigma J_0(l\sqrt{\sigma})\, f(\sigma)\, d\sigma$$

und benutzen bei der partiellen Integration die Formel:

$$\frac{\partial\,(w^{-r} J_r(w))}{\partial w} = - w^{-r} J_{r+1}(w),$$

oder vielmehr die aus dieser durch die Substitutiou $w = l\sqrt{\sigma}$ hervorgehende:

$$\frac{\partial\left(\sigma^{-\frac{r}{2}} J_r(l\sqrt{\sigma})\right)}{\partial \sigma} = - \frac{l}{2}\, \sigma^{-\frac{r+1}{2}} J_{r+1}(l\sqrt{\sigma}).$$

Es ergibt sich:

$$\int_0^\sigma J_0(l\sqrt{\sigma})\, f(\sigma)\, d\sigma = J_0(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma + \frac{l}{2} \int_0^\sigma \sigma^{-\frac{1}{2}} J_1(l\sqrt{\sigma})\, d\sigma \int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma,$$

$$\int_0^\sigma \sigma^{-\frac{1}{2}} J_1(l\sqrt{\sigma})\, d\sigma \int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma = \sigma^{-\frac{1}{2}} J_1(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma\!\!\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma^2$$

$$+ \frac{l}{2} \int_0^\sigma \sigma^{-1} J_2(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma\!\!\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma^2 \ldots,$$

also

$$\int_0^\sigma J_0(l\sqrt{\sigma}) f(\sigma)\, d\sigma = J_0(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma + \frac{l}{2}\sigma^{-\frac{1}{2}} J_1(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma^2$$

$$+ \frac{l^2}{2^2}\sigma^{-1} J_2(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma\int_0^\sigma\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma^3 + \ldots \quad \text{und für } \sigma = 1$$

$$\int_0^1 J_0(l\sqrt{\sigma}) f(\sigma)\, d\sigma = J_0(l) \int_0^1 f(\sigma)\, d\sigma + \frac{l}{2} J_1(l) \int_0^1\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma^2$$

$$+ \frac{l^2}{2^2} J_2(l) \int_0^1\int_0^\sigma\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma^3 + \ldots$$

Führen wir hier eine analoge Bezeichnung wie früher ein, nämlich das Symbol S^n mit der Bedeutung, dass nach der n fachen Integration einer Funktion zwischen 0 und σ $\sigma = 1$ gesetzt werden soll, so ergibt sich für X_1 und X_2:

$$X_1 = J_0(l)\, S^1 \cos\mu + \frac{l}{2} J_1(l)\, S^2 \cos\mu + \frac{l^2}{2^2} J_2(l)\, S^3 \cos\mu + \ldots$$

$$X_2 = J_0(l)\, S^1 \sin\mu + \frac{l}{2} J_1(l)\, S^2 \sin\mu + \frac{l^2}{2^2} J_2(l)\, S^3 \sin\mu + \ldots$$

Was zweitens die Z anbelangt, so haben dieselben die Gestalt:

$$\int_0^1 \sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma})\, g(\sigma)\, d\sigma,$$

wo $g(\sigma)$ eine der Funktionen $\sin\mu$, $\sigma\sin\mu$, $\sigma^2\sin\mu$ etc. resp. $\cos\mu$, $\sigma\cos\mu$, $\sigma^2\cos\mu$ etc. bedeutet. Setze ich nun in den obigen Formeln an Stelle von

$$\int_0^\sigma f(\sigma)\, d\sigma \quad \sigma\, g(\sigma),$$

1) Dass bei der partiellen Integration der Punkt $\sigma = 0$ keine Schwierigkeit macht, folgt daraus, dass $\sigma^{-\frac{n}{2}} J_n(l\sqrt{\sigma})$ für abnehmende σ sich der Grenze $\frac{l^n}{2^n\, \Pi(n)}$ nähert, also endlich bleibt.

so erhalte ich unmittelbar:

$$\int_0^\sigma \sqrt{\sigma}\, J_1(l\sqrt{\sigma})\, g(\sigma)\, d\sigma = \sigma^{-\frac{1}{2}} J_1(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma \sigma\, g(\sigma)\, d\sigma$$

$$+ \frac{l}{2}\sigma^{-1} J_2(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma\!\!\int_0^\sigma \sigma\, g(\sigma)\, d\sigma^2 + \frac{l^2}{2^2}\sigma^{-\frac{3}{2}} J_3(l\sqrt{\sigma}) \int_0^\sigma\!\!\int_0^\sigma\!\!\int_0^\sigma \sigma\, g(\sigma)\, d\sigma^3 + \ldots$$

Demnach ergeben sich mit Benutzung des Symboles S die Formeln:

$$Z_1' = J_1(l)\, S^1(\sigma \sin \mu) + \frac{l}{2} J_2(l)\, S^2(\sigma \sin \mu) + \frac{l^2}{2^2} J_3(l)\, S^3(\sigma \sin \mu) + \ldots$$

$$Z_1'' = J_1(l)\, S^1(\sigma^2 \sin \mu) + \frac{l}{2} J_2(l)\, S^2(\sigma^2 \sin \mu) + \frac{l^2}{2^2} J_3(l)\, S^3(\sigma^2 \sin \mu) + \ldots$$

etc. und

$$Z_2' = J_1(l)\, S^1(\sigma \cos \mu) + \frac{l}{2} J_2(l)\, S^2(\sigma \cos \mu) + \frac{l^2}{2^2} J_3(l)\, S^3(\sigma \cos \mu) + \ldots$$

$$Z_2'' = J_1(l)\, S^1(\sigma^2 \cos \mu) + \frac{l}{2} J_2(l)\, S^2(\sigma^2 \cos \mu) + \frac{l^2}{2^2} J_3(l)\, S^3(\sigma^2 \cos \mu) + \ldots$$

etc.

Was die Convergenz dieser Reihen anbetrifft, so lässt dieselbe sich unmittelbar einsehen. Da nämlich die mehrfachen Integrale offenbar kleiner sind als diejenigen, in denen man den Cosinus oder Sinus durch die Einheit ersetzt hat, so sind $S^n(\sigma^k \cos \mu)$ und $S^n(\sigma^k \sin \mu)$ kleiner als $\frac{1}{k+1} \cdot \frac{1}{k+2} \cdots \frac{1}{k+n}$. Nimmt man hierzu die weitere Thatsache, dass die absoluten Beträge der Bessel'schen Funktionen für reelle Argumente niemals die Einheit überschreiten, so ist die Convergenz für jeden reellen endlichen Wert von l klar.

Es ist nun zunächst wieder leicht einzusehen, dass $S^n(\sigma^k \cos \mu)$ und $S^n(\sigma^k \sin \mu)$ sich linear durch eine Reihe von $k+1$ Gliedern von der Form $S^m(\cos \mu)$ resp. $S^m(\sin \mu)$ darstellen lassen. Durch partielle Integration ergibt sich nämlich:

$$\int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma^k f(\sigma)\, d\sigma^n = \int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma d\sigma^{n-1} \int_0^\sigma \sigma^k f(\sigma)\, d\sigma$$

$$= \int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma d\sigma^{n-1} \left\{ \sigma \int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma - \int_0^\sigma\int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma^2 \right\}$$

$$= \int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma\, d\sigma^{n-1} \int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma - \int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma^{n+1}.$$

Um in derselben Weise σ vor das erste Integralzeichen zu bringen, bedarf es einer $n - 1$ maligen Wiederholung der eben ausgeführten Operation, von denen jede ein Glied

$$\int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma^{n+1}$$

liefert; demnach erhalten wir:

$$\int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma^k f(\sigma)\, d\sigma^n = \sigma \int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma^n - n \int_0^\sigma \cdot\cdot \int_0^\sigma \sigma^{k-1} f(\sigma)\, d\sigma^{n+1}$$

oder für $\sigma = 1$ bei Anwendung des Symboles J

$$S^n(\sigma^k f(\sigma)) = S^n(\sigma^{k-1} f(\sigma)) - n\, S^{n+1}(\sigma^{k-1} f(\sigma)).$$

Würden wir $S^n(\sigma^k f(\sigma))$ durch Glieder von der Form $S^m(\sigma^{k-2} f(\sigma))$ ersetzen wollen, so haben wir die eben gefundene Formel nur auf die beiden rechts stehenden Glieder noch einmal anzuwenden, um die Formel:

$$S^n(\sigma^k f(\sigma)) = S^n(\sigma^{k-2} f(\sigma)) - 2n\, S^{n+1}(\sigma^{k-2} f(\sigma)) + n(n+1)\, S^{n+2}(\sigma^{k-2} f(\sigma))$$

zu erhalten. Allgemein ergibt sich:

$$S^n(\sigma^k f(\sigma)) = S^n f(\sigma) + (-n)_1\, k\, S^{n+1} f(\sigma) + (-n)_2\, k \cdot \overline{k-1}\; S^{n+2} f(\sigma)$$

$$+ \ldots + (-n)_m\, k(\cdot k - 1) \ldots (k - \overline{m-1}\,\cdot)\, S^{n+m} f(\sigma) + \ldots \quad ^{1)}$$

---

1) Das Zeichen $(-n)_m$ ist in vollständiger Analogie zu der früher gebrauchten Bezeichnung n_m für den Ausdruck $\frac{-n(-n-1)(-n-2)\ldots(-n-m+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots m}$ benutzt.

Um diese Formel zu beweisen, werden wir zeigen, dass, wenn sie für k gilt, sie auch vermöge der Gleichung

$$S^n(\sigma^{k+1} f(\sigma)) = S^n(\sigma^k f(\sigma)) - n\, S^{n+1}(\sigma^k f(\sigma))$$

für $k+1$ besteht. Bilden wir nämlich die rechte Seite dieser Gleichung unter Anwendung der in Frage stehenden Relation, und greifen wir hierbei diejenigen Glieder heraus, in denen $S^{n+m} f(\sigma)$ als Faktor vorkommt, so erhalten wir:

$$(-n)_m\, k\cdot(k-1)\ldots(k-\overline{m-1})\, S^{n+m} f(\sigma)$$

$$-n\,(-\overline{n+1})_{m-1}\, k\cdot(k-1)\ldots(k-\overline{m-2})\, S^{n+m} f(\sigma).$$

Die Summe dieser beiden Glieder ergibt sich zu:

$$(-n)_m\,(k+1)\cdot k\ldots(k+1-\overline{m-1})\, S^{n+m} f(\sigma)\left\{\frac{k-\overline{m-1}}{k+1} - n\,\frac{(-\overline{n+1})_{m-1}}{(-n)_m\,(k+1)}\right\},$$

oder, da, wie leicht abzuleiten,

$$(-r)_\mu = (-1)^\mu\,\frac{\Pi(r-1+\mu)}{\Pi(r-1)\,\Pi(\mu)},\quad \text{also}\quad \frac{(-\overline{n+1})_{m-1}}{(-n)_m} = -\frac{m}{n}$$

ist, zu

$$(-n)_m\,(k+1)\,k\ldots(k+1-\overline{m-1})\, S^{n+m} f(\sigma).$$

Dies aber ist das allgemeine Glied von $S^n(\sigma^{k+1} f(\sigma))$. Die fragliche Relation besteht also allgemein, falls sie für irgend ein k gilt; da sie für $k=1$ oder $k=2$ oben bewiesen wurde, so ist sie demnach allgemein richtig.

Setzen wir für $f(\sigma)$ $\cos\mu$ oder $\sin\mu$, so haben wir uns demnach nur noch um die n fachen Integrale dieser beiden Grössen zwischen den Grenzen 0 und σ zu kümmern.

Wir wollen nun zunächst Reduktionen dieser Integrale auf einfachere Formen suchen und dies in zweierlei Weise thun, nämlich diese n fachen Integrale entweder auf *Differentialquotienten des einfachen* Integrals der *gleichen* Funktion nach a, b, c zurückführen, oder dieselben durch ein *einfaches* Integral einer *anderen* Funktion ausdrücken. Ersteres wird dann hauptsächlich von Nutzen sein, wenn das

Integral entweder ganz ausgeführt werden, oder in einer Form dargestellt werden kann, in der die Differentialquotienten ohne Schwierigkeit sich bilden lassen; letzteres muss im entgegengesetzten Falle geschehen. Ausserdem können wir auch noch das n fache Integral linear durch eine von der Ordnung des höchsten Aberrationsgliedes abhängige Zahl von 1, 2, 3 . . fachen Integralen der gleichen Funktion darstellen.

Was nun zunächst die erstere Reduktion anbetrifft, so ergeben sich für die Differentialquotienten von $S^n(e^{i\mu})$ nach a, b, c die folgenden Werte:

$$\frac{\partial S^n(e^{i\mu})}{\partial a} = + i S^n \left\{(1-\sigma) e^{i\mu}\right\},$$

$$\frac{\partial S^n(e^{i\mu})}{\partial b} = - i S^n \left\{(1-\sigma)^2 e^{i\mu}\right\},$$

$$\frac{\partial S^n(e^{i\mu})}{\partial c} = + i S^n \left\{(1-\sigma)^3 e^{i\mu}\right\}.$$

Integrieren wir nun in jedem der rechts stehenden Ausdrücke einmal partiell, indem wir $1-\sigma$ als den einen und $e^{i\mu}$ resp. $(1-\sigma) e^{i\mu}$ resp. $(1-\sigma)^2 e^{i\mu}$ als den anderen Faktor betrachten, so ergibt sich z. B. für den ersten Ausdruck:

$$i S^{n-1} \left\{(1-\sigma)\int_0^\sigma e^{i\mu} + \int_0^\sigma\!\!\int_0^\sigma e^{i\mu}\right\} = i S^{n-1} \left\{(1-\sigma)\int_0^\sigma e^{i\mu}\right\} + i S^{n+1}(e^{i\mu}).$$

Indem wir in ähnlicher Weise den ersten Teil hiervon behandeln, erhalten wir schliesslich:

$$i(1-\sigma) S^n e^{i\mu} + n i S^{n+1}(e^{i\mu}) \text{ oder } n i S^{n+1}(e^{i\mu}).$$

Ebenso ergibt sich:

$$\frac{\partial S^n(e^{i\mu})}{\partial b} = - i n S^{n+1} \left\{(1-\sigma) e^{i\mu}\right\} \text{ und}$$

$$\frac{\partial S^n(e^{i\mu})}{\partial c} = + i n S^{n+1} \left\{(1-\sigma)^2 e^{i\mu}\right\}.$$

Diese beiden letzteren Ausdrücke können schliesslich durch eine nochmalige resp. eine zweimalige ähnliche Behandlung in die Formen:

$$- i (n+1) n S^{n+2} e^{i\mu} \text{ und } i n (n+1)(n+2) S^{n+3} e^{i\mu}$$

gebracht werden. Trennen wir jetzt in denselben sowie in den Differentialquotienten von $S^n(e^{i\mu})$ nach a, b, c die reellen von den imaginären Bestandteilen, so ergibt sich das Reduktionssystem:

$$\frac{\partial S^n \cos\mu}{\partial a} = \Pi(1)(-n)_1 S^{n+1} \sin\mu, \quad \frac{\partial S^n \sin\mu}{\partial a} = -\Pi(1)(-n)_1 S^{n+1} \cos\mu$$

$$\frac{\partial S^n \cos\mu}{\partial b} = \Pi(2)(-n)_2 S^{n+2} \sin\mu, \quad \frac{\partial S^n \sin\mu}{\partial b} = -\Pi(2)(-n)_2 S^{n+2} \cos\mu$$

$$\frac{\partial S^n \cos\mu}{\partial c} = \Pi(3)(-n)_3 S^{n+3} \sin\mu, \quad \frac{\partial S^n \sin\mu}{\partial c} = -\Pi(3)(-n)_3 S^{n+3} \cos\mu.$$

Dasselbe stimmt mit dem früher für die mehrfachen Differentialquotienten gegebenem vollständig überein, falls an Stelle von n $-n$ gesetzt wird; es hat vor jenem den Vorteil voraus, die mehrfachen Integrale durch Differentiationen einfacherer zu geben, während jenes umgekehrt die mehrfachen Differentialquotienten durch Integrationen einfacherer ergab. Ein Beispiel für seine Benutzung mag später folgen.

Eine weitere Reduktionsformel ergibt sich durch Betrachtung des Integrales

$$\int_0^1 (1-\sigma)^n e^{i\mu}\, d\sigma.$$

Integrieren wir dasselbe partiell, indem wir $(1-\sigma)^n$ als den einen, $e^{i\mu}$ als den anderen Faktor betrachten, so ergibt sich der Reihe nach:

$$\int_0^1 (1-\sigma)^n e^{i\mu} = n \int_0^1 (1-\sigma)^{n-1} \int_0^\sigma e^{i\mu}\, d\sigma^2$$

$$= n(n-1) \int_0^1 (1-\sigma)^{n-2} \int_0^\sigma \int_0^\sigma e^{i\mu}\, d\sigma$$

$$= n(n-1)(n-2) \int_0^1 (1-\sigma)^{n-3} \int_0^\sigma \int_0^\sigma \int_0^\sigma e^{i\mu}\, d\sigma$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

schliesslich $$\int_0^1 (1-\sigma)^n e^{i\mu} = \Pi(n) S^{n+1}(e^{i\mu})$$

und es sind demnach

$$S^n \cos\mu \text{ resp. } S^n \sin\mu \text{ durch } \frac{1}{\Pi(n-1)}\int_0^1 (1-\sigma)^{n-1}\cos\mu\, d\sigma$$

$$\text{resp. } \frac{1}{\Pi(n-1)}\int_0^1 (1-\sigma)^{n-1}\sin\mu\, d\sigma$$

darstellbar, oder auch, indem man σ durch $1-\sigma$ ersetzt, durch

$$\frac{1}{\Pi(n-1)}\int_0^1 \sigma^{n-1}\cos(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3) \text{ und}$$

$$\frac{1}{\Pi(n-1)}\int_0^1 \sigma^{n-1}\sin(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3).$$

Wie man ohne weiteres sieht, lassen sich die vorigen Reduktionsformeln aus diesen in äusserst einfacher Weise ableiten. Um nun diese Integrale auszuwerten, werden wir am einfachsten die vorkommenden Cosinus und Sinus nach Potenzen von σ entwickeln und dann integrieren. Dies liefert:

$$S^{n+1}\cos\mu = \frac{1}{\Pi(n)}\left\{\frac{1}{n+1} + \left|\frac{\partial\cos(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3)}{d\sigma}\right|_{\sigma=0}\cdot\frac{1}{1\cdot(n+2)}\right.$$
$$\left. + \left|\frac{\partial^2\cos(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3)}{d\sigma^2}\right|_{\sigma=0}\frac{1}{1\cdot 2\,(n+3)} + \ldots\right\} \text{ und}$$

$$S^{n+1}\sin\mu = \frac{1}{\Pi(n)}\left\{\frac{1}{n+1} + \left|\frac{\partial\sin(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3)}{d\sigma}\right|_{\sigma=0}\frac{1}{1\cdot(n+2)} + \ldots\right\}$$

oder mit Einführung unseres früheren Symboles D^m, welches bedeutete, dass nach einer m maligen Differentiation nach σ $\sigma = 1$ gesetzt werden sollte,

$$\Pi(n)\,S^{n+1}\cos\mu = \frac{1}{n+1} - \frac{D^1\cos\mu}{1}\cdot\frac{1}{n+2}$$
$$+ \frac{D^2\cos\mu}{1\cdot 2}\,\frac{1}{n+3} - \frac{D^3\cos\mu}{1\cdot 2\cdot 3\cdot}\cdot\frac{1}{n+4} + \ldots$$

$$\Pi(n)\,S^{n+1}\sin\mu = \qquad - \frac{D^1\sin\mu}{1}\,\frac{1}{n+2}$$
$$+ \frac{D^2\sin\mu}{1\cdot 2}\,\frac{1}{n+3} - \frac{D^3\sin\mu}{1\cdot 2\cdot 3}\cdot\frac{1}{n+4} + \ldots$$

Da die hier vorkommenden Differentialquotienten bereits früher betrachtet worden sind, so können wir die Berechnung von $S^{n+1}\cos\mu$ und $S^{n+1}\sin\mu$ als erledigt ansehen.

Eine dritte Reduktion der n fachen Integrale auf einfachere ergibt sich, wenn wir die Ausdrücke:

$$\sigma^n \cos(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3) \text{ resp. } \sigma^n \sin(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3)$$

nach σ differentiieren und die entstehenden Formen

$$n\sigma^{n-1}\cos(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3) - \sigma^n(a - 2b\sigma + 3c\sigma^2)\sin(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3),$$

$$n\sigma^{n-1}\sin(\quad \text{"} \quad) + \sigma^n(a - 2b\sigma + 3c\sigma^2)\cos(\quad \text{"} \quad)$$

gliedweise zwischen den Grenzen 0 und 1 integrieren. Wir erhalten:

$$\cos(a - b + c) = n\int_0^1 \sigma^{n-1}\cos(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3) - a\int_0^1 \sigma^n \sin(\div)\,d\sigma$$
$$+ 2b\int_0^1 \sigma^{n+1}\sin(\div)\,d\sigma - 3c\int_0^1 \sigma^{n+2}\sin(\div)\,d\sigma \quad \text{und}$$

$$\sin(a-b+c) = n\int_0^1 \sigma^{n-1}\sin(\div)\,d\sigma + a\int_0^1 \sigma^n\cos(\div)\,d\sigma - 2b\int_0^1 \sigma^{n+1}\cos(\div)\,d\sigma$$
$$+ 3c\int_0^1 \sigma^{n+2}\cos(\div)\,d\sigma,$$

oder, indem wir von den Beziehungen

$$\Pi(r)\, S^{r+1} \frac{\cos}{\sin} \mu = \int_0^1 \sigma^r \frac{\cos}{\sin}(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3)\,d\sigma$$

Gebrauch machen:

$$\cos(a - b + c) = \Pi(n)\, S^n \cos\mu - a\,\Pi(n)\, S^{n+1}\sin\mu$$
$$+ 2b\,\Pi(n+1)\, S^{n+2}\sin\mu - 3c\,\Pi(n+2)\, S^{n+3}\sin\mu$$
$$\sin(a - b + c) = \Pi(n)\, S^n\sin\mu + a\,\Pi(n)\, S^{n+1}\cos\mu$$
$$- 2b\,\Pi(n+1)\, S^{n+2}\cos\mu + 3c\,\Pi(n+2)\, S^{n+3}\cos\mu$$

Im Falle $n = 0$ müssen diese Gleichungen durch

$$\cos(a - b + c) - 1 = -a\, S^1 \sin\mu + 2b\, S^2 \sin\mu - 3\cdot 2c\, S^3\sin\mu$$
$$\sin(a - b + c) = +a\, S^1\cos\mu - 2b\, S^2\cos\mu + 3\cdot 2c\, S^3\cos\mu$$

ersetzt werden.

Wie man sieht, haben wir mit diesen Gleichungen die Möglichkeit gewonnen, die mehrfachen Integrale für den Fall der beiden ersten Aberrationsglieder linear durch das ein- und zweifache Integral auszudrücken. Wächst die Ordnung des höchsten Aberrationsgliedes um k, so wächst damit im allgemeinen die Anzahl der zu dieser Darstellung nötigen Integrale um $2\,k$. Bequem werden diese Formeln desshalb nur bei dem ersten oder den beiden ersten Aberrationsgliedern sein.

Nachdem so die allgemeinen Formeln für die vorliegende Art der Darstellung, die nach Produkten aus Potenzen mit positiven Exponenten und Bessel'schen Funktionen fortschreitet — und naturgemäss besonders zur Berechnung der Intensität für kleine l verwandt werden wird, — gewonnen sind, wollen wir uns wiederum dem Specialfalle $c = 0$ zuwenden, in dem also nur das der vierten Potenz der Oeffnung proportionale Aberrationsglied vorhanden ist. — Nach der eben gegebenen Formel ist es möglich, die sämmtlichen in den X und Z vorkommenden Coefficienten linear durch die Integrale

$$\int_0^1 \sin(a\,\sigma - b\,\sigma^2)\,d\,\sigma \quad \text{und} \quad \int_0^1 \cos(a\,\sigma - b\,\sigma^2)\,d\,\sigma$$

auszudrücken; wir werden jedoch, um dies möglichst einfach zu thun, von der Benutzung dieses Weges absehen und uns der Differentialgleichungen

$$\frac{\partial\, S^n \cos\mu}{\partial\, a} = -\,n\, S^{n+1} \sin\mu \quad \text{und} \quad \frac{\partial\, S^n \sin\mu}{\partial\, a} = +\,n\, S^{n+1} \cos\mu,$$

oder vielmehr der mit diesen aequivalenten

$$\frac{\partial\, S^n\,(e^{i\mu})}{\partial\, a} = i\,n\, S^{n+1}\,(e^{i\mu})$$

bedienen. Man sieht nun zunächst, dass man auf Grund derselben $S^{n+1}\,e^{i\mu}$ durch einen n fachen Differentialquotienten von $S^1\,(e^{i\mu})$ nach a ausdrücken kann. Differentiieren wir zu diesem Zwecke von den Relationen

$$\frac{\partial\, S^n\, e^{i\mu}}{\partial\, a} = i\,n\, S^{n+1}\, e^{i\mu}$$

$$\frac{\partial\, S^{n-1}\, e^{i\mu}}{\partial\, a} = i\,(n-1)\, S^n\, e^{i\mu}$$

$$\frac{\partial S^{n-2} e^{i\mu}}{\partial a} = i(n-2) S^{n-1} e^{i\mu}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$\frac{\partial S^1 e^{i\mu}}{\partial a} = i \cdot 1 \cdot S^2 e^{i\mu},$$

die zweite 1 mal, die dritte 2 mal etc. nach a und multiplicieren die rechten und linken Seiten der entstehenden Gleichungen mit einander, so erhalten wir

$$\frac{\partial^n S^1 e^{i\mu}}{\partial a^n} = i^n \Pi(n) S^{n+1} e^{i\mu}.$$

Nun kann weiter $S^1 e^{i\mu}$ in der Form

$$\int_0^1 e^{i(a\sigma - b\sigma^2)} d\sigma$$

oder vermöge der Substitution $\frac{a}{2} - b\sigma = \tau\sqrt{b}$ durch

$$-\frac{e^{\frac{i a^2}{4 b}}}{\sqrt{b}} \int_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}^{\frac{a}{2\sqrt{b}} - \sqrt{b}} e^{-i\tau^2} d\tau$$

dargestellt werden.

Um diese Funktion n mal nach a zu differentiieren, wollen wir zunächst die allgemeine Regel für die n fache Differentiation eines bestimmten Integrales geben.[1]) Das bestimmte Integral sei

$$W = \int_\alpha^\beta f(x, \nu)\, dx,$$

worin x die Integrationsvariable, ν ein Parameter und α und β die von ν abhängigen Grenzen bedeuten mögen. Es handle sich um die n malige

1) Es mag hier bemerkt werden, dass eine von Schlömilch in seinem Compendium der höheren Analysis (3. Auflage Bd. I pag. 425 gegebene Formel unrichtig ist. — Der Irrtum liegt darin, dass Glieder als identisch betrachtet (und gegeneinander gehoben) sind, in denen einerseits zunächst Differentiationen und dann Einführung von Grenzen und in denen andererseits zunächst Einführung der Grenzen und dann Differentiationen zu geschehen hatten. Die folgende Ableitung lässt erkennen, welche Glieder gemeint sind.

Differentiation nach ν. Differentiieren wir zunächst einmal, so ergibt sich, falls die nötige Bedingung

$$\lim_{\varDelta \nu = 0} \left\{ \varDelta \nu \int_\alpha^\beta f_\nu'' (x, \nu + \varepsilon \varDelta \nu)\, d x \right\} = 0 \qquad (0 < \varepsilon < 1)$$

erfüllt ist, — und wir wollen diese sowohl wie die analogen im weiteren Verlauf der Untersuchung in Frage kommenden Bedingungen als erfüllt ansehen —:

$$\frac{\partial W}{\partial \nu} = \int_\alpha^\beta \frac{\partial f(x, \nu)}{\partial \nu}\, d x + f(\beta, \nu) \frac{\partial \beta}{\partial \nu} - f(\alpha, \nu) \frac{\partial \alpha}{\partial \nu}$$

oder, wie wir im Interesse einer einheitlichen Bezeichnung schreiben wollen,

$$\frac{\partial W}{\partial \nu} = \int_\alpha^\beta \frac{\partial f(x, \nu)}{\partial \nu}\, d x + \Big| f(x, \nu) \Big|_\beta \frac{\partial \beta}{\partial \nu} - \Big| f(x, \nu) \Big|_\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial \nu}.$$

Differentiieren wir jetzt ein zweites Mal und machen wir die für unseren Zweck genügende Annahme, dass α und β nur linear von ν abhängen, so ergibt sich:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 W}{\partial \nu^2} = \int_\alpha^\beta \frac{\partial^2 f(x, \nu)}{\partial \nu^2} &+ \left| \frac{\partial f(x, \nu)}{\partial \nu} \right|_\beta \frac{\partial \beta}{\partial \nu} - \left| \frac{\partial f(x, \nu)}{\partial \nu} \right|_\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial \nu} \\ &+ \frac{\partial}{\partial \nu} \Big| f(x, \nu) \Big|_\beta \frac{\partial \beta}{\partial \nu} - \frac{\partial}{\partial \nu} \cdot \Big| f(x, \nu) \Big|_\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial \nu}. \end{aligned}$$

Die Weiterführung der Betrachtung liefert die allgemeine Formel:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^n W}{\partial \nu^n} = \frac{\partial \beta}{\partial \nu} \cdot & \left\{ \left| \frac{\partial^{n-1} f(x, \nu)}{\partial \nu^{n-1}} \right|_\beta + \frac{\partial}{\partial \nu} \left| \frac{\partial^{n-2} f(x, \nu)}{\partial \nu^{n-2}} \right|_\beta + \dots + \frac{\partial^{n-1}}{\partial \nu^{n-1}} \cdot \Big| f(x, \nu) \Big|_\beta \right\} \\ - \frac{\partial \alpha}{\partial \nu} & \left\{ \left| \frac{\partial^{n-1} f(x, \nu)}{\partial \nu^{n-1}} \right|_\alpha + \frac{\partial}{\partial \nu} \left| \frac{\partial^{n-2} f(x, \nu)}{\partial \nu^{n-2}} \right|_\alpha + \dots + \frac{\partial^{n-1}}{\partial \nu^{n-1}} \Big| f(x, \nu) \Big|_\alpha \right\} \end{aligned}$$

Wenden wir jetzt diese Formel auf unser Beispiel an, so ergibt sich

$$-\sqrt{b}\, \frac{\partial^n (S^1 e^{i\mu})}{\partial a^n} = \frac{\partial^n e^{\frac{i a^2}{4 b}}}{\partial a^n} \int_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}^{\frac{a}{2\sqrt{b}} - \sqrt{b}} e^{-i \tau^2}\, d \tau$$

$$+\frac{1}{2\sqrt{b}}\left\{\left|\frac{\partial^{n-1}\left(e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right)}{\partial\,a^{n-1}}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}-\sqrt{b}}+\frac{\partial}{\partial\,a}\left|\frac{\partial^{n-2}\left(e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right)}{\partial\,a^{n-2}}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}-\sqrt{b}}+\ldots+\frac{\partial^{n-1}\,e^{i\,(a-b)}}{\partial\,a^{n-1}}\right\}$$

$$-\frac{1}{2\sqrt{b}}\left\{\left|\frac{\partial^{n-1}\left(e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right)}{\partial\,a^{n-1}}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}+\frac{\partial}{\partial\,a}\left|\frac{\partial^{n-2}\left(e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right)}{\partial\,a^{n-2}}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}+\ldots+\frac{\partial^{n-1}\,e^0}{\partial\,a^{n-1}}\right\}$$

Demnach ist

$$S^{n+1}(e^{i\mu})=e^{-\frac{i\,a^2}{4\,b}}\frac{\partial^n\,e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}}}{\partial\,a^n}\cdot\frac{1}{i^n\,\Pi\,(n)}\,S^1\,(e^{i\mu})-\frac{\Sigma_n}{2\,b\,i^n\,\Pi\,(n)},$$

worin Σ_n die Summe:

$$\left|\frac{\partial^{n-1}\left(e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right)}{\partial\,a^{n-1}}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}^{\frac{a}{2\sqrt{b}}-\sqrt{b}}+\frac{\partial}{\partial\,a}\left|\frac{\partial^{n-2}\left(e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right)}{\partial\,a^{n-2}}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}^{\frac{a}{2\sqrt{b}}-\sqrt{b}}$$

$$+\ldots+\frac{\partial^{n-1}}{\partial\,a^{n-1}}\left|e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}-i\,\tau^2}\right|_{\frac{a}{2\sqrt{b}}}^{\frac{a}{2\sqrt{b}}-\sqrt{b}},$$

und das Zeichen $\Big|\;/\;\Big|_{\alpha}^{\beta}$ die Differenz $\Big|\;/\;\Big|_{\beta}-\Big|\;/\;\Big|_{\alpha}$ bedeutet. Dies ist die gesuchte Darstellung, welche das einfache Integral linear enthält und es gilt jetzt nur noch, dieselbe zu vereinfachen. Entwickeln wir zu diesem Zwecke die Klammerinhalte, so ergeben sich für dieselben die Werte

$$(e^{i\,(a-b)}-1)\,e^{-\frac{i\,a^2}{4\,b}}\cdot\frac{\partial^{n-1}\,e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}}}{\partial\,a^{n-1}}+\frac{\partial}{\partial\,a}\left\{(e^{i\,(a-b)}-1)\,e^{-\frac{i\,a^2}{4\,b}}\,\frac{\partial^{n-2}\,e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}}}{\partial\,a^{n-2}}\right\}$$

$$+\frac{\partial^2}{\partial a^2}\left\{(e^{i\,(a-b)}-1)\,e^{-\frac{i\,a^2}{4\,b}}\,\frac{\partial^{n-3}\,e^{\frac{i\,a^2}{4\,b}}}{\partial\,a^{n-3}}\right\}+\ldots+\frac{\partial^{n-1}\,(e^{i\,(a-b)}-1)}{\partial\,a^{n-1}}.$$

Zur weiteren Vereinfachung benutzen wir die bereits früher (pag. 156

und 157) gebrauchte Formel für die Differentiation der zusammengesetzten Funktionen für den Specialfall, dass $h = a^2$ ist und erhalten: [1])

$$\frac{\partial^m F(a^2)}{\partial a^m} = (2a)^m F^{(m)}(a^2) + \frac{m(m-1)}{1}(2a)^{m-2} F^{(m-1)}(a^2)$$

$$+ \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1 \cdot 2}(2a)^{m-4} F^{(m-2)}(a^2) + \ldots, \text{ oder,}$$

$$F(a^2) = e^{\frac{i a^2}{4b}} \text{ gesetzt,}$$

$$\frac{\partial^m e^{\frac{i a^2}{4b}}}{\partial a^m} = e^{\frac{i a^2}{4b}} \left(\frac{i a}{2b}\right)^m \left\{1 + \frac{m(m-1)}{1} \frac{b}{i a^2} + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1 \quad 2} \left(\frac{b}{i a^2}\right)^2 + \ldots\right\}$$

Für $m = 1, 2, 3, 4$ ergibt sich daraus:

$$e^{-\frac{i a^2}{4b}} \frac{\partial e^{\frac{i a^2}{4b}}}{\partial a} = \frac{i a}{2b}$$

$$e^{-\frac{i a^2}{4b}} \frac{\partial^2 e^{\frac{i a^2}{4b}}}{\partial a^2} = \left(\frac{i a}{2b}\right)^2 \left\{1 + \frac{2 \cdot 1}{1} \frac{b}{i a^2}\right\}$$

$$e^{-\frac{i a^2}{4b}} \frac{\partial^3 e^{\frac{i a^2}{4b}}}{\partial a^3} = \left(\frac{i a}{2b}\right)^3 \left\{1 + \frac{3 \cdot 2}{1} \cdot \frac{b}{i a^2}\right\}$$

$$e^{-\frac{i a^2}{4b}} \frac{\partial^4 e^{\frac{i a^2}{4b}}}{\partial a^4} = \left(\frac{i a}{2b}\right)^4 \left\{1 + \frac{4 \cdot 3}{1} \frac{b}{i a^2} + \frac{4 \quad 3 \cdot 2 \quad 1}{1 \cdot 2} \left(\frac{b}{i a^2}\right)^2\right\}$$

und demnach für Σ_1, Σ_2, Σ_3, Σ_4:

$$\Sigma_1 = e^{i(a-b)} - 1$$

$$\Sigma_2 = (e^{i(a-b)} - 1) \frac{i a}{2b} + i e^{i(a-b}$$

$$\Sigma_3 = (e^{i(a-b)} - 1) \left(\frac{i a}{2b}\right)^2 \left\{1 + \frac{2 \cdot 1}{1} \frac{b}{i a^2}\right\} + \frac{\partial}{\partial a} \left\{(e^{i(a-b)} - 1) \frac{i a}{2b}\right\} + i^2 e^{i(a-b)}$$

$$\Sigma_4 = (e^{i(a-b)} - 1)\left(\frac{i a}{2b}\right)^3 \left\{1 + \frac{3 \cdot 2}{1} \cdot \frac{b}{i a^2}\right\} + \frac{\partial}{\partial a} \left\{(e^{i(a-b)} - 1)\left(\frac{i a}{2b}\right)^2 \left(1 + \frac{2 \cdot 1}{1} \frac{b}{i a^2}\right)\right\}$$

$$+ \frac{\partial^2}{\partial a^2} \left\{(e^{i(a-b)} - 1) \frac{i a}{2b}\right\} + i^3 e^{i(a-b)} \text{ etc.}$$

1) Vergl. Schlömilch, Comp. Bd. II, pag. 6.

Entwickeln wir diese letzteren Ausdrücke und setzen dieselben in die Gleichung

$$S^{n+1}(e^{i\mu}) = e^{-\frac{i a^2}{4 b}} \frac{\partial^n e^{\frac{i a^2}{4 b}}}{\partial a^n} S^1(e^{i\mu}) - \frac{\Sigma_n}{2 b \, \Pi(n) \, i^n},$$

so erhalten wir durch Trennung der reellen und imaginären Bestandteile folgende Tabelle:

$$S^2(\cos \mu) = \frac{a}{2b} S^1(\cos \mu) - \frac{\sin(a-b)}{2b}$$

$$S^2(\sin \mu) = \frac{a}{2b} S^1(\sin \mu) + \frac{\cos(a-b)-1}{2b}$$

$$S^3(\cos \mu) = \frac{1}{2}\left(\frac{a}{2b}\right)^2 S^1(\cos \mu) + \frac{1}{4b} S^1(\sin \mu) - \frac{\sin(a-b)}{4b}\left\{1 + \frac{a}{2b}\right\}$$

$$S^3(\sin \mu) = \frac{1}{2}\left(\frac{a}{2b}\right)^2 S^1(\sin \mu) - \frac{1}{4b} S^1(\cos \mu) + \frac{\cos(a-b)}{4b}\left\{1 + \frac{a}{2b}\right\} - \frac{a}{8b^2}$$

$$S^4(\cos \mu) = \frac{1}{6}\left(\frac{a}{2b}\right)^3 S^1(\cos \mu) + \frac{a}{8b^2} S^1(\sin \mu) - \frac{\sin(a-b)}{12b}\left\{\left(\frac{a}{2b}\right)^2 + \frac{a}{2b} + 1\right\} + \frac{\cos(a-b)-1}{12b^2}$$

$$S^4(\sin \mu) = \frac{1}{6}\left(\frac{a}{2b}\right)^3 S^1(\sin \mu) - \frac{a}{8b^2} S^1(\cos \mu) + \frac{\cos(a-b)}{12b}\left\{\left(\frac{a}{2b}\right)^2 + \frac{a}{2b} + 1\right\} + \frac{\sin(a-b)}{12b^2} - \frac{1}{12b}\left(\frac{a}{2b}\right)^2 \quad \text{etc.}$$

Die Kenntniss der Coefficienten der vorliegenden Entwicklung ist hiermit für den Specialfall $c = 0$ auf die Ermittelung der Integrale $S^1(\cos \mu)$ und $S^1(\sin \mu)$ zurückgeführt. Diese selbst sind den sogenannten Fresnel'schen Integralen aequivalent und also, da für diese Tafeln existieren,[1]) als bekannt anzusehen. Bei Vorhandensein der beiden ersten Aberrationsglieder würde analog die Kenntniss der Integrale

$$\int {\cos \atop \sin} (\alpha \sigma + \beta \sigma^2 + \gamma \sigma^3) \, d\sigma \quad \text{und}$$

1) Fresnel, Memoire sur la diffraction de la lumière 1818, Oeuvres complètes. I p. 319. Gilbert, Recherches analytiques sur la diffraction de la lumière. Mem. couronn. de l'Acad. de Bruxelles, XXXI 1862. Lindstedt, Zur Theorie der Fresnel'schen Integrale, Wied. Ann. 17. 1882.

$$\int \sigma \frac{\cos}{\sin} (\alpha \sigma + \beta \sigma^2 + \gamma \sigma^3) \, d\sigma,$$

oder, da das Argument der periodischen Funktion durch eine Substitution auf die Form $\alpha' \sigma' + \gamma' \sigma'^3$ gebracht werden kann, die Kenntniss der Integrale

$$\int \frac{\cos}{\sin} (\alpha \sigma + \beta \sigma^3) \, d\sigma \quad \text{und} \quad \int \frac{\cos}{\sin} (\alpha \sigma + \beta \sigma^3) \, \sigma \, d\sigma$$

erforderlich sein. Da diese ausser der Grenze noch einen Parameter enthalten, also von zwei Argumenten abhängen, so ist es nicht praktisch Tabellen für dieselben anzulegen; man wird vielmehr, da diese Argumente nur von der Gestalt und den Dimensionen des wirksamen Teiles der Wellenfläche oder anders ausgedrückt von den Constructionselementen eines Systemes abhängen, für jeden einzelnen Fall die Werte derselben berechnen. Uebrigens ist das erste der Integrale mit dem von Airy bei Gelegenheit der Theorie des Regenbogens berechneten identisch und also infolge dieser und zum Teil einer Arbeit von Stokes[1]) als bekannt anzusehen. —

Wir wollen jetzt noch eine dritte Entwicklung unserer X und Z geben, deren Benutzung allerdings vor der vorausgegangenen keine Vorzüge hat, ausser insofern, als hierzu die Kenntniss der Werte der Besselschen Funktionen nicht notwendig ist. Um die vorkommenden Coefficienten mit den bereits gegebenen in einfacher Weise zu verbinden, wollen wir eine für alle Elementarstrahlen identische und demnach für das Intensitätsresultat gleichgiltige Phasenveränderung vornehmen, nämlich die Argumente der Cosinus und Sinus um $\frac{k_0}{2} + \frac{k_1}{4} + \frac{k_2}{6}$ vermindern. Wir kommen damit auf unsere ursprünglichen Ausdrücke

$$\begin{matrix} 'X_1 \\ 'X_2 \end{matrix} = \int_0^1 J_0 (l \sqrt{\sigma}) \frac{\cos}{\sin} \left(\frac{k_0}{2} \sigma + \frac{k_1}{4} \sigma^2 + \frac{k_2}{6} \sigma^3 \right) d\sigma \quad \text{und}$$

$$\begin{matrix} 'Z_1^{(m)} \\ 'Z_2^{(m)} \end{matrix} = \int_0^1 J_1 (l \sqrt{\sigma}) \cdot \sqrt{\sigma} \cdot \sigma^{m-1} \frac{\sin}{\cos} \left(\frac{k_0}{2} \sigma + \frac{k_1}{4} \sigma^2 + \frac{k_2}{6} \sigma^3 \right) d\sigma \quad \text{zurück.}$$

1) Airy, loc. coll.; Stokes, On the numerical calculation of a class of definite Integrals and infinite Series. Trans. of the Cambr. Phil. Soc. Vol. IV, Part I oder Math. and Phys. Papers Vol. II pag. 329.

Setzen wir nun in diese die für $J_0(l\sqrt{\sigma})$ und $J_1(l\sqrt{\sigma})$ geltenden Potenzreihen:

$$J_0(l\sqrt{\sigma}) = 1 - \frac{l^2\sigma}{2\cdot 2} + \frac{l^4\sigma^2}{2\cdot 4\cdot 2\cdot 4} - \frac{l^6\sigma^3}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 2\cdot 4\cdot 6} + \ldots = \sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n \frac{(l^2\sigma)^n}{2^{2n}(\Pi(n))^2}$$

$$J_1(l\sqrt{\sigma}) = \frac{l\sqrt{\sigma}}{2}\left\{1 - \frac{l^2\sigma}{2\cdot 4} + \frac{l^4\sigma^2}{2\cdot 4\cdot 4\, 6} - \frac{l^6\sigma^3}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 4\cdot 6\, 8}\ldots\right\}$$

$$= \frac{l\sqrt{\sigma}}{2}\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n \frac{(l^2\sigma)^n}{2^{2n}\,\Pi(n)\cdot\Pi(n+1)},$$

so ergibt sich bei gliedweiser Integration (diese ist hier gestattet):

$$\begin{matrix}'X_1\\ 'X_2\end{matrix} = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n l^{2n}}{2^{2n}(\Pi(n))^2}\int_0^1 \sigma^n\, d\sigma \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\left(\frac{k_0}{2}\sigma + \frac{k_1}{4}\sigma^2 + \frac{k_2}{6}\sigma^3\right)$$

$$\begin{matrix}'Z_1^{(m)}\\ 'Z_2^{(m)}\end{matrix} = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n l^{2n+1}}{2^{2n+1}\,\Pi(n)\cdot\Pi(n+1)}\int_0^1 \sigma^{m+n} \begin{matrix}\sin\\ \cos\end{matrix}\left(\frac{k_0}{2}\sigma + \frac{k_1}{4}\sigma^2 + \frac{k_2}{6}\sigma^3\right) d\sigma$$

Da weiter nach einer früheren Formel (pag. 175)

$$\int_0^1 (1-\sigma)^n e^{i\mu}\, d\sigma = \Pi(n)\, S^{n+1}(e^{i\mu}),$$

also auch

$$\int_0^1 \sigma^n e^{i(a\sigma - b\sigma^2 + c\sigma^3)}\, d\sigma = \Pi(n)\, S^{n+1}\, e^{i\mu}$$

ist, so erhalte ich:

$$\begin{matrix}'X_1\\ 'X_2\end{matrix} = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n l^{2n}}{2^{2n}\,\Pi(n)} S^{n+1} \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\left\{\frac{k_0}{2}(1-\sigma) + \frac{k_1}{4}(1-\sigma)^2 + \frac{k_2}{6}(1-\sigma)^3\right\}$$

$$\begin{matrix}'Z_1^{(m)}\\ 'Z_2^{(m)}\end{matrix} = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n l^{2n+1}\,\Pi(n+m)}{2^{2n+1}\Pi(n)\,\Pi(n+1)} S^{n+m+1} \begin{matrix}\sin\\ \cos\end{matrix}\left\{\frac{k_0}{2}(1-\sigma) + \frac{k_1}{4}(1-\sigma)^2 + \frac{k_2}{6}(1-\sigma)^3\right\}$$

Wie man sieht, hat man bloss an Stelle von a, b, c in unseren früheren Formeln $\frac{k_0}{2}$, $-\frac{k_1}{4}$, $\frac{k_2}{6}$ zu substituieren, um zu den Ausdrücken für S^{n+1} in der vorliegenden Entwicklung zu gelangen.[1])

1) Diese Substitution kann unter bestimmten Umständen eine Identität sein. Da nämlich a, b, c in der Weise von k_0, k_1, k_2 abhängen, dass $a = \frac{k_0 + k_1 + k_2}{2}$, $b = \frac{k_1 + 2k_2}{4}$, $c = \frac{k_2}{6}$, so

IV. Allgemeinere Feststellungen über die betrachtete Lichtwirkung.

Obwohl auch jetzt die numerische Rechnung bisweilen noch ziemlich weitläufig ist, wollen wir uns doch mit diesen drei Entwicklungen begnügen und uns den ausgezeichneten Werten der Intensität zuwenden. — Die X und Z und demnach auch die Intensität hängen ersichtlich von den Grössen l, k_0, k_1, k_2 oder l, a, b, c ab. Da diese ihrerseits Funktionen der Oeffnung, der Brennweite, der Entfernung eines Bildpunktes von der Axe und von der Fokal-Ebene der Centralstrahlen und schliesslich der Aberrationsglieder sind, so lassen sich infolge dieser Mannigfaltigkeit in sehr verschiedenen Richtungen Untersuchungen bezüglich ausgezeichneter Werte der Intensität machen; es ist jedoch andererseits zu bedenken, dass infolge des rein physikalischen Charakters des Problemes eine Reihe von Eigentümlichkeiten kein hervorragenderes Interesse haben.

Was speciell die Frage nach den Maximis und Minimis der Intensität betrifft, so können wir zunächst einmal nach der Lage derselben für einen bestimmten Typus und eine gegebene Bildebene fragen und erhalten für die Bestimmung die Gleichung

$$\frac{\partial J}{\partial l} = 0, \text{ oder wegen } J = X_1^2 + X_2^2 + \left(\frac{R}{f}\right)^2 (Z_1^2 + Z_2^2)$$

$$X_1 \frac{\partial X_1}{\partial l} + X_2 \frac{\partial X_2}{\partial l} + \left(\frac{R}{f}\right)^2 \left\{ Z_1 \frac{\partial Z_1}{\partial l} + Z_2 \frac{\partial Z_2}{\partial l} \right\} = 0.$$

Benutzen wir weiter für die Bildung der hierin vorkommenden Differentialquotienten die bekannten Relationen

---

braucht für die Identität von a, b, c mit $\frac{k_0}{2}, -\frac{k_1}{4}, \frac{k_2}{6}$ nur die einzige Bedingung $k_1 + k_2 = 0$ erfüllt zu sein. Dies besagt, wenn wir auf die Bedeutung von k_1 und k_2 zurückgehen, im wesentlichen, dass $4\left(\frac{R}{f}\right)^4 \varepsilon_1 + 6\left(\frac{R}{f}\right)^6 \varepsilon_2 = 0$ sein muss, oder dass für die Randpunkte des benutzten Teiles der Wellenfläche unsere frühere Grösse $\mu = 0$ sein muss; da aber diese für die Neigung der vorausgesetzten Wellenfläche gegenüber der Schmiegungskugel im Symmetriepunkte bestimmend war und mit dieser sich annullierte, so liefert die obige Substitution für die S^{n+1} das nämliche Resultat, falls die von dem Bildpunkte der Centralstrahlen nach dem Rande der Oeffnung gezogenen Radien auf der Wellenfläche senkrecht stehen.

$$\frac{\partial}{\partial l}(l^{-\nu} J_\nu) = -\, l^{-\nu} J_{\nu+1} \quad \text{und}$$

$$\frac{\partial}{\partial l}(l^{+\nu} J_\nu) = \quad l^{+\nu} J_{\nu-1},$$

so erhalten wir (aus den Gleichungen pag. 153, 154 und 169) für

$$\frac{\partial X_1}{\partial l} \quad \text{und} \quad \frac{\partial X_2}{\partial l}$$

die einfachen Ausdrücke:

$$\begin{matrix}\frac{\partial X_1}{\partial l} \\ \frac{\partial X_2}{\partial l}\end{matrix} = -\,2\,\frac{J_2(l)}{l} D^0 \begin{matrix}\cos \\ \sin\end{matrix} \mu + 2^2 \frac{J_3(l)}{l^2} D^1 \begin{matrix}\cos \\ \sin\end{matrix} \mu - 2^3 \frac{J_4(l)}{l^3} D^2 \begin{matrix}\cos \\ \sin\end{matrix} \mu$$

$$\begin{matrix}\frac{\partial X_1}{\partial l} \\ \frac{\partial X_2}{\partial l}\end{matrix} = -\, J_1(l)\, S^1 \begin{pmatrix}\cos \\ \sin\end{pmatrix} \mu + \frac{l\, J_0(l)}{2} S^2 \begin{pmatrix}\cos \\ \sin\end{pmatrix} \mu + \frac{l^2 J_1(l)}{2^2} S^3 \begin{pmatrix}\cos \\ \sin\end{pmatrix} \mu + \ldots$$

während aus der dritten Entwicklung (pag. 184) sich für diese Grössen die Formen

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n\, l^{2n-1}}{2^{2n-1}\, \Pi(n-1)} S^{n+1} \begin{matrix}\cos \\ \sin\end{matrix} \left\{\frac{k_0}{2}(1-\sigma) + \frac{k_1}{4}(1-\sigma)^2 + \frac{k_2}{6}(1-\sigma)^3\right\}$$

ergeben. Um für die Differentialquotienten der Z Componenten ebenfalls einfache Ausdrücke zu bekommen, müssen wir die bezüglichen Ausdrücke pag. 154, 155 in der durch die Gleichung

$$\frac{\partial f}{\partial l} = l \frac{\partial}{\partial l}\left(\frac{f}{l}\right) + \frac{f}{l}$$

angedeuteten Weise, und die pag. 170 nach dem Schema

$$\frac{\partial f}{\partial l} = \frac{\partial (f\, l)}{\partial l} - \frac{f}{l}$$

behandeln. Es ergibt sich für die Glieder der Z:

$$\begin{matrix}\frac{\partial Z_1^{(m)}}{\partial l} \\ \frac{\partial Z_2^{(m)}}{\partial l}\end{matrix} = -\,2\,\frac{J_3(l)}{l} D^0 \left(\sigma^{m-1} \begin{matrix}\sin \\ \cos\end{matrix} \mu\right) + 2^2 \frac{J_4(l)}{l^2} D^1 \left(\sigma^{m-1} \begin{matrix}\sin \\ \cos\end{matrix} \mu\right) - \ldots + \frac{1}{l} \cdot \begin{matrix}Z_1^{(m)} \\ Z_2^{(m)}\end{matrix}$$

und

$$\frac{\frac{\partial Z_1^{(m)}}{\partial l}}{\frac{\partial Z_2^{(m)}}{\partial l}} = J_0(l)\, S^1\left(\sigma^m \begin{smallmatrix}\sin\\ \cos\end{smallmatrix} \mu\right) + \frac{l}{2} J_1(l)\, S^2\left(\sigma^m \begin{smallmatrix}\sin\\ \cos\end{smallmatrix} \mu\right) + \ldots - \frac{\frac{Z_1^{(m)}}{l}}{\frac{Z_2^{(m)}}{l}}$$

Für die 3. Entwicklung erhalten wir durch gliedweise Differentiation:

$$\frac{\frac{\partial Z_1^{(m)}}{\partial l}}{\frac{\partial Z_2^{(m)}}{\partial l}} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{(2n+1)\, l^{2n}\, \Pi(n+m)}{2^{2n+1} \cdot \Pi(n) \cdot \Pi(n+1)} S^{n+m+1} \begin{smallmatrix}\sin\\ \cos\end{smallmatrix} \left\{\frac{k_0}{2}(1-\sigma) + \frac{k_1}{4}(1-\sigma)^2 + \frac{k_2}{6}(1-\sigma)^3\right\}$$

Allgemeinere Schlüsse aus diesen Formeln zu ziehen, dürfte bei der Compliciertheit der vorkommenden Ausdrücke ziemlich schwierig sein; dieselben haben indess die Bedeutung, bei der Durchrechnung die Orte der Maxima und Minima mit unvergleichlich grösserer Schärfe zu liefern, als dies die Berechnung des Intensitätsausdruckes thun kann. Eine Begründung dieser Bemerkung ist überflüssig.

Wir könnten nun weiter die Frage stellen, wo liegen bei gegebener Gestalt und Grösse der Wellenfläche, falls ich die Bildebene (δ oder im wesentlichen k_0) nicht als fest voraussetze, die Punkte kleinster und grösster Intensität, mit anderen Worten, wo liegen die Stellen grösster und kleinster Concentration der Energie im Raume. Zur Beantwortung derselben hätten wir aus den Gleichungen

$$\frac{\partial J}{\partial l} = 0, \; \frac{\partial J}{\partial \delta} = 0$$

oder mit hinreichender Näherung

$$\frac{\partial J}{\partial l} = 0, \; \frac{\partial J}{\partial k_0} = 0$$

ϱ und δ zu berechnen; es bedarf indess kaum der Andeutung, dass selbst für die einfachsten Verhältnisse eine allgemeinere Bestimmung dieser Werte die grössten Schwierigkeiten hat und auch hier nur eine weitgehende numerische Durchführung des Problemes die erforderlichen Aufschlüsse gewähren wird.

Ganz ähnlich steht es mit der Frage nach der Pointierungsebene

und dem Auflösungsvermögen bei vorgegebener Construction. Was die erstere anbetrifft, so ist zunächst zu bemerken, dass eine präcise Formulierung der Eigenschaften dieser Einstellungsebene von vorneherein überhaupt nicht gegeben werden kann, und dass andererseits, falls wir auch willkürlich eine Definition festsetzen würden, wir doch nur auf dem Wege numerischer Rechnung eine Lagebestimmung erhalten dürften. Falsch würde es auf jeden Fall sein, die relative Grösse des centralen Lichtscheibchens [1]) als Charakteristikum für die Einstellungsebene zu benutzen, da die Grösse und vor allem die Intensität der folgenden Ringe unbedingt mit berücksichtigt werden muss. Aus diesem Grunde haben die leicht aufzustellenden Bedingungen für das Minimum des centralen Scheibchens

$$\frac{\partial J}{\partial l} = 0, \quad \frac{\partial^2 J}{\partial l \, \partial \delta} = 0$$

keine besondere Bedeutung. Da weiter die Lichtverteilung in der „Einstellungsebene" im wesentlichen das Auflösungsvermögen bedingt, so sind auch alle Fragen, die mit diesem zusammenhängen, nur durch numerische Rechnung und eine Art subjektiver Beurteilung zu erledigen.

Von allgemeineren Feststellungen sind dagegen zwei ohne weiteres möglich. Die erstere derselben ist negativer Natur und besagt, dass in unserem allgemeinen Falle, also bei Vorhandensein von Aberrationen und Ausdehnung der Betrachtung auf Bildpunkte ausserhalb der Fokalebene der Centralstrahlen eine Proportionalität zwischen den „Dimensionen" der Beugungserscheinung und der Wellenlänge ceteris paribus nicht mehr besteht. Die genannte Proportionalität erklärt sich bei dem Typus der Frauenhofer'schen Beugungserscheinungen, wo also k_0, k_1, k_2 etc. $= 0$ sind, bekanntlich daraus, dass nur noch das Verhältniss $\frac{\varrho}{\lambda}$ in den Formeln vorkommt. In unserem Falle ist, wie man sieht, dies nicht mehr richtig; λ tritt auch ausser in Verbindung mit ϱ auf.

Die zweite allgemeinere Feststellung bezieht sich auf die Möglichkeit des gleichen Charakters der Lichtwirkungen[2]) zweier Wellenflächen. Denken

1) Unter dem centralen Lichtscheibchen wollen wir den Bereich bis zum ersten Minimum verstehen, obwohl dieser unter Umständen sehr wenig Bedeutung haben kann.

2) Die Lichtwirkung soll blos durch Amplitude und Phase, oder erstere allein charakterisiert sein.

wir uns nämlich zwei Wellenflächen, so ergeben sich für dieselben aus den Grundformeln gleiche Lichtwirkungen offenbar dann, falls 1) k_0, k_1, k_2 für beide Flächen gleiche Werte haben, 2) das gleiche für den Faktor von ϱ in l und 3) den Faktor vor den Doppelintegralen pag. 147 der Fall ist. Es müssen also die Grössen

$$\frac{R^2}{(f+\delta)\,\lambda},\ \frac{R}{\lambda\,(f+\delta)},\ \frac{\delta f}{\lambda\,(f+\delta)}\left(\frac{R}{f}\right)^2,\ \frac{1}{\lambda}\left(\frac{R}{f}\right)^4\left\{\frac{1}{4}\,\frac{\delta f}{f+\delta}+\varepsilon_1\,\frac{f^2}{f+\delta}\right\},\ \text{etc.}$$

in beiden Fällen dieselben sein. Man erhält daraus ohne weiteres, dass auch $R_1\ \frac{\delta}{f}$, und λf identisch sein müssen. Was ε_1, ε_2 .. anbetrifft, so lässt sich für jede derselben natürlich ebenfalls eine Relation angeben; der Uebersichtlichkeit halber wollen wir uns indess auf den Fall beschränken, wo mit hinreichender Genauigkeit

$$\frac{k_1}{4}=\frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{R}{f}\right)^4\varepsilon_1 f,\ \frac{k_2}{6}=\frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{R}{f}\right)^6\varepsilon_2 f\ldots$$

gesetzt werden kann, was nach unseren früheren Ausführungen für kleinere Oeffnungswinkel,[1]) z. B. solche wie beim üblichen Fernrohrtypus, hinreichend erfüllt ist. Es muss demnach $\frac{\varepsilon_1}{f^2}$, $\frac{\varepsilon_2}{f^4}$ .. ebenfalls gleich sein. — Die Bedingungen unter denen zwei Instrumente in den zur optischen Axe senkrechten Ebenen gleiche Lichtwirkungen ergeben, können wir demnach in zwei Arten zerlegen, nämlich einerseits solche, die von der Construction des Instrumentes abhängen, und andererseits solche, die sich auf die Art der Zuordnung der zur optischen Axe senkrechten Ebenen beziehen. Die Bedingungen der ersten Art besagen, dass bei gleicher linearer Grösse der Oeffnung die Brennweiten sich umgekehrt wie die Wellenlängen der benutzten Lichtart verhalten müssen, und dass die Aberrationsconstanten ε_1, ε_2 . . . den Quadraten der ersten, zweiten, . . Potenz der Brennweite proportional sein müssen. Die Bedingung der zweiten Art ordnet die Bildebenen in der Weise zu, dass sich je zwei entsprechen, die der Brennweite proportionale Entfernungen von den Fokalebenen der Centralstrahlen haben. — Stellen wir speciell noch die Forderung gleicher Wellenlänge,

1) Für grössere Oeffnungswinkel treten nur unbedeutende Modificationen ein.

also gleicher physiologischer Wirkung, so fallen die beiden Fälle zusammen. — Die oben gestellte Bedingung vollständiger Gleichheit der Schwingung nach Amplitude und Phase ist offenbar sehr eng; begnügen wir uns desshalb einmal mit der Proportionalität der Amplitude unter Wahrung der „Dimensionen" der Beugungserscheinung. Es fällt dann die erste Bedingung, nämlich die der Constanz des Ausdruckes $\frac{R^2}{(f+\delta)\lambda}$ hinweg und die übrigen fordern, indem wir uns wiederum auf den obigen Fall, dass δ gegenüber f vernachlässigt werden kann, beschränken, die Gleichheit der Ausdrücke $\delta\left(\frac{R}{f}\right)$, $\delta\lambda$, $\varepsilon_1 f$, $\varepsilon_2 f \ldots$ Ohne diese Bedingung im allgemeinen Falle zu betrachten, wollen wir sofort λ als gleich auffassen und erhalten dann den Satz: Zwei Objektive liefern für die gleiche Lichtart der Phase nach gleiche, der Amplitude nach proportionale Lichtwirkungen, falls 1) das Oeffnungsverhältniss dasselbe ist, 2) sämmtliche Aberrationsconstanten den Brennweiten umgekehrt proportional sind und 3) je zwei Bildebenen in gleicher Entfernung von der Fokalebene der Centralstrahlen sich correspondieren sollen. In diesem Falle herrscht also auch für die Lichtwirkung in einer durch die Axe gehenden Ebene Proportionalität und die Zuordnung kann demnach sozusagen verzerrungsfrei geschehen, mit anderen Worten, die Dimensionen der Beugungserscheinung sind hier im (in betracht kommenden) Raume gewahrt.

Wir können nun noch weiter gehen und nur eine Proportionalität der Dimensionen zweier Beugungserscheinungen nebst Proportionalität der Intensitäten in den Punkten je zweier zugeordneter zur Axe senkrechter Ebenen[1]) fordern. Es wäre dann offenbar nur die Gleichheit der Ausdrücke

$$\frac{\delta}{\lambda}\left(\frac{R}{f}\right)^2, \quad \frac{f}{\lambda}\left(\frac{R}{f}\right)^4 \varepsilon_1, \quad \frac{f}{\lambda}\left(\frac{R}{f}\right)^6 \varepsilon_2 \ldots$$

oder für gleiche Wellenlängen die von

$$\delta\left(\frac{R}{f}\right)^2, \quad f\left(\frac{R}{f}\right)^4 \varepsilon_1 \ldots$$

nötig, d. h. es müssten solche Ebenen als correspondierend betrachtet werden, deren Entfernungen vom Fokalpunkte der Centralstrahlen den

1) Nebst gleicher Phase.

Quadraten der Oeffnungswinkel umgekehrt proportional sind, und ausserdem noch Proportionalität der Aberrationsconstanten zu gewissen Constructionselementen bestehen.

Um die gegebenen drei Fälle, von denen der erste der speciellste, der dritte der allgemeinste ist, noch einmal anschaulich zu machen, können wir sagen, dass im ersten vollkommene Gleichheit der (mechanisch gemessenen) Intensität herrscht, dass im zweiten dies durch eine (natürlich relativ gleiche) Veränderung der Amplitude in der ursprünglichen Wellenfläche und dass im dritten dies durch diese letztere Operation und einen geometrischen Vergrösserungs- oder Verkleinerungsprocess erreicht werden kann.

Wenn die bisherige Discussion die Gleichheit der k's sowohl nach Grösse wie Vorzeichen zur Grundlage hatte, so ist andererseits jedoch auch unmittelbar einzusehen, dass für die Erzielung gleicher Lichtwirkungen, sofern man nur die Intensität berücksichtigt, eine Gleichheit dem Vorzeichen nach gar nicht erforderlich ist. Untersuchen wir desshalb einmal den Fall entgegengesetzter Vorzeichen der k's und beschränken wir uns dabei der Uebersichtlichkeit halber gerade wie bisher auf kleine Oeffnungswinkel. — Wie man sieht, müssen dann sowohl δ wie die ε's für die verglichenen Fälle entgegengesetztes Vorzeichen haben. Nehmen wir dies an, so gelten alle vorigen Betrachtungen. Das entgegengesetzte Vorzeichen von δ besagt, dass von den zwei verglichenen Lichtwirkungen die eine innerhalb, die andere ausserhalb der betreffenden Fokalweite der Centralstrahlen liegt, das entgegengesetzte Vorzeichen der ε's, dass die Wellenflächen sich insofern unterscheiden, als allen nach vorn (im Sinne der Lichtbewegung) durchgebogenen Partien der einen nach hinten durchgebogene der anderen entsprechen und umgekehrt, wobei die Verbiegung von der Schmiegungskugelfläche ihren Ausgangspunkt nehmen soll. Für den Specialfall, dass beide Objektive gleiche Brennweite und Oeffnung haben, können wir auch sagen, dass entgegengesetzten Aberrationen der Intensität nach gleiche Lichtwirkungen entsprechen, falls man nur den Sinn der Durchwanderung der Bildebenen verschieden nimmt. Von den früher beschriebenen Typen (p. 128) ist also nur die Hälfte zu untersuchen, was in anbetracht der weitläufigen numerischen Rechnung ein grosser Gewinn ist.

Hiermit wollen wir schliessen, eine numerische Rechnung soll in dem vorliegenden Aufsatz nicht gegeben werden, weil dieselbe einerseits nur dann einen Wert hätte, falls sie bis zu einer beträchtlichen Ausdehnung durchgeführt würde, und weil andererseits der Umfang dieser Abhandlung in diesem Falle noch erheblich vermehrt würde; wohl aber soll diese numerische Untersuchung in allernächster Zeit erfolgen.

Jena, Februar 1893.

Foraminiferen

aus Meeresgrundproben, gelothet von 1874 bis 1876

von S. M. Sch. Gazelle,

beschrieben von

Dr. Joseph Georg Egger
k. Kreismedicinalrath in Landshut.

Vorliegende Arbeit schliesst sich an die Veröffentlichungen an, welche über die Forschungsergebnisse der „Gazelle“ bereits erschienen sind. In dem zweiten Bande der vom hydrographischen Amte der kaiserl. Admiralität herausgegebenen „Forschungsreise von S. M. S. Gazelle“ ist bereits eine Aufzählung von Foraminiferen aus den von der Gazelle gesammelten Meeresgrundproben enthalten. Herr Oberbergdirektor Dr. von Gümbel hatte mir, auf die mineralogische Prüfung der ihm vom hydrographischen Amte zur Untersuchung übergebenen Proben sich beschränkend, dieselben zur Bestimmung der darin enthaltenen Foraminiferen überlassen.

Was in dem II. Theile der Forschungsreise über Foraminiferen berichtet ist, war aber nur eine rasch abverlangte Ausbeute aus dem anvertrauten Untersuchungsmateriale, von mir nicht für Veröffentlichung bestimmt. Unrichtiges zu verbessern, Fehlendes zu ergänzen, insbesondere aber um einigermassen eine Parallele zu dem über die Foraminiferenausbeute der englischen Challenger-Expedition von Brady veröffentlichten grossen Werke zu gewinnen, wurde von mir die Untersuchung des verhältnissmässig bescheidenen Proben-Materiales fortgesetzt. Das Ergebniss dieser Untersuchung lege ich hiermit vor. Nur die wenigen freien Stunden eines vollbeschäftigenden Berufslebens konnten derselben gewidmet werden. Mögen die Mängel meiner Arbeit darin eine Entschuldigung finden.

In „the voyage of H. M. S. Challenger“ Zoology Vol. IX hat Brady mit umfassendster Literaturberücksichtigung und auf Grund reichhaltigsten Vergleichsmateriales die Forschungsergebnisse der Challengerfahrt zu einem Elementarwerke der Foraminiferenkunde gestaltet, an welches diese Bearbeitung der Meeres-Grundproben der Gazelle sich anlehnt, in der Namengebung der einzelnen Arten fast durchgehend Brady folgend.

Die Abbildungen zu den Artbeschreibungen sind, um den Raum zu sparen, möglichst knapp und auf das Nothwendigste beschränkt, in einer Grösse dargestellt, wie sie bei Betrachtung der Objekte unter Anwendung einer durchgehend gleich starken Vergrösserung sich dem Beobachter bieten. Künstlerischer Beurtheilung werden meine Zeichnungen nicht genügen, ich glaube jedoch so viel erreicht zu haben, dass treue Aehnlichkeit des Bildes dem Originale entspricht. Die photochemigraphische Kunstanstalt von Meisenbach-Riffarth u. C. in München hat durch Zinkübertragung der Zeichnungen in sehr dankenswerther Treue die Druckgebung ermöglicht. Auf farbige Wiedergabe der Gehäuse musste verzichtet werden.

Die bei der Durchsuchung der Proben und bei Bestimmung der Foraminiferen angewendete Vergrösserung war fast durchgehend 80 bis 100 malige. Nur wenige Abbildungen sind in etwas stärkerer, ganz wenige in minder starker Vergrösserung gezeichnet, letztere, wo die Originale verhältnissmässig grössere sind.

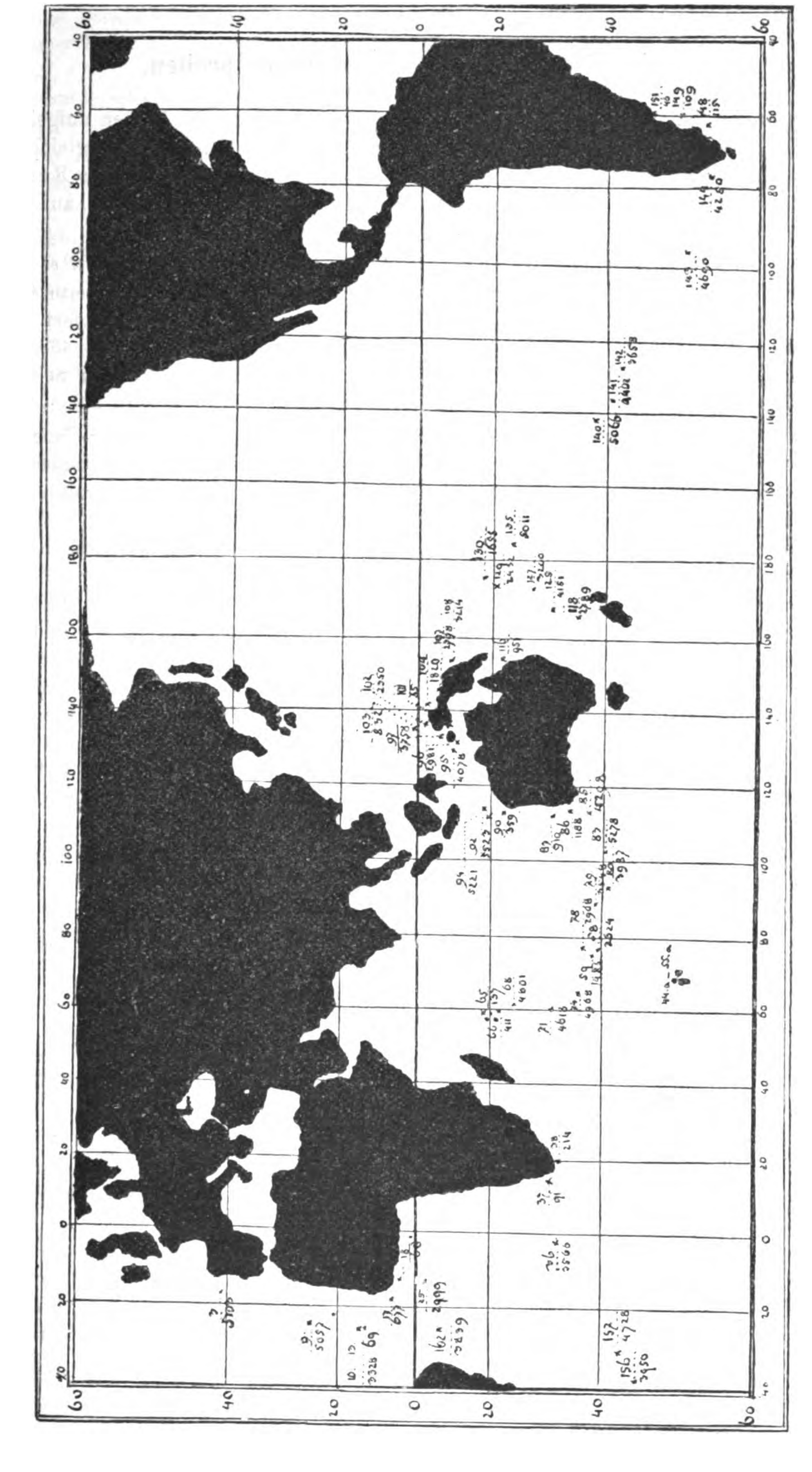
Bei der Artbeschreibung ist übrigens das Grössenmass der Gehäuse regelmässig angegeben.

Der Beschreibung der Arten wird eine kurze Schilderung der mitgetheilten Proben vorausgeschickt, in welcher die petrographische Beschaffenheit und der Gehalt an Foraminiferen und begleitenden Resten der Kleinthierwelt kurz angegeben ist. Die Zählung der Foraminiferen u. s. w. ist als sehr annäherungsweise zu nehmen. Ihr Werth liegt nicht in der absoluten Summe, sondern in dem Verhältniss der Häufigkeit der in Zahlen ausgedrückten Vorkommnisse, welches durch eine wenn auch nicht ganz genaue, aber doch durchgehend so ziemlich gleichmässig gehandhabte Art der Zählung festgestellt worden ist. Auf einem in vier gleiche Felder getheilten Deckglas von 1 Quadratcentimeter Fläche sind die nicht geschlämmten Proben in Wasser verrührt so dick aufgestrichen worden, dass die Fläche des Glases ganz leicht bedeckt war, und im Sehfeld des Mikroskopes bei oben erwähnter Vergrösserung alle ausgebreiteten Objekte deutlich unterschieden werden konnten. Ein solches Feld, nach Umständen deren mehrere, wurden ausgezählt und darnach der Gehalt an gezählten Objekten für den Quadratcentimeter berechnet.

Das bisher bekannte Vorkommen der beschriebenen Arten ist nach Brady bei jeder einzelnen Art sofort beigesetzt. Bei den Fundbenennungen fossilen Vorkommens ist die Formation bezeichnet, welche das Alter benennt, bis zu welchem die Art zurückreicht, die Fundstätten lebend bekannt gemachter Arten sind nach Brady mit Tiefenangabe aufgeführt.

Bevor ich in die Beschreibung der Einzelnheiten eintrete, fühle ich mich verpflichtet, für die vertrauensvolle und ehrende Uebertragung dieser Arbeit, für den belehrenden Rath und die unverdrossene Beihilfe zur Beschaffung der Literatur meinem hochverehrten Gönner und Freunde, Herrn Oberbergdirektor und Professor Dr. von Gümbel, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Stationen-Karte.



Beschreibung der Meeres-Grundproben.

Jene Stellen, an welchen von der Gazelle aus dem Meeresgrunde Proben aufgehoben wurden, sind in fortlaufender Reihenfolge numerirt worden als Stationen. Die gleichen Nummern werden auch hier beibehalten, um in Uebereinstimmung mit den Bezeichnungen des Reiseberichtes die Fundstätten namhaft zu machen, von welchen Proben zur Untersuchung auf Foraminiferen mitgetheilt worden sind.

Von **Station 1**, Lothung vom 5. Juli 1874 bei 47^{0} 24 Nordbreite und 6^{0} 57 Westlänge in 1417 Meter Tiefe, wurde keine Probe mitgetheilt. Der Boden hatte (Band I Seite 49 der Forschungsreise) Sand aus Quarz, Glimmer, Feldspat, auch Foraminiferenschalen geliefert.

Auch von **Station 2**, Lothung bei 44^{0} 30 Nordbreite, 11^{0} 43 Westlänge, 4389 Meter Tiefe, wurde keine Probe mitgetheilt. In gelblich grauem, zähem Schlamme wurden nebst Coccolithen und Radiolarien lebende *Globigerina bulloides* mit aufgehoben (Band I Seite 50).

Von **Station 3**, Lothung 42^{c} 93 Nordbreite, 14^{0} 38 Westlänge, 5103 Meter Tiefe, stammt eine Probe, welche, getrocknet, hellgrauer feiner Mergelsand ist, sehr viele Schalenbruchstücke von Foraminiferen, auch Radiolarien, Spongolithen enthält. Von erhaltenen Foraminiferengehäusen finden sich fast nur kleinste Formen, von grösseren vereinzelnt Orbulina universa, Pulvin. Micheliniana. Im II. Theile der Forschungsreise Seite 71—74 ist die mineralogische Beschreibung von Dr. von Gümbel gegeben.

Von **Station 4** vom 11. Juli 1874, Lothung bei 38^{0} 48 Nordbreite, 17^{0} 90 Westlänge, 4663 Meter Tiefe, fanden sich die gleichen Lebewesen wie bei den Stationen 2 und 3, zur Untersuchung auf Foraminiferen wurde von Station 4 keine Probe mitgetheilt. Was im II. Theil der Forschungsreise Seite 74 zur mineralogischen Beschreibung als Fund an Foraminiferen aufgezählt steht, gehört nicht zur Station 4. Das Probematerial, welches in Band II beschrieben ist unter der Nummer 4, hatte wohl die Glasziffer 4, nach der Bezeichnung einer anderen Probesendung, gehört aber nicht zu Station 4.

Station 5. Lothung bei 35^{0} 43 Nordbreite, 7^{0} 50 Westlänge, 4614 Meter Tiefe. Die gleichen Lebewesen wie bei Station 4. Keine Probe mitgetheilt.

Station 6. Dicht vor Madeira, in Tiefen von 90 und 120 Meter mit Schleppnetz, in Tiefen von 1460 und 2193 Meter mit der Leine gelothet. Keine Probe mitgetheilt.

Die **Stationen 7. 8. 9**, südlich von Madeira, lotheten aus 4618, 4773, 5057 Meter Tiefe graugelben Globigerinenschlamm als Grund des Nordatlantischen Tiefseebeckens östlich von dem Azorenrücken. Getrocknete Probe von Station 9 gleicht röthlich-weisser Kreide, zerfällt in Wasser mulmig, sich bräunend. Dieser Mulm besteht aus feinsten Krümchen und Bröckelchen unregelmässiger Gestalt, hüllt die Foraminiferenschalen dicht ein. Spongien-Nadeln und Mineralsplitter sind nicht häufig. Die Foraminiferen erscheinen nach Art und Individuum reich entwickelt, besonders sind Orbulina universa, Globigerina bulloides, regularis, Pulvinulina Menardii, Micheliniana zahlreich vertreten.

Station 10. Am 24. Juli 1874 Lothung bei 17^{0} 30 Nordbreite, 23^{0} 47 Westlänge, bei Cap Verdeinseln, 3328 Meter Tiefe. Im Reisebericht als „Grauer Globigerinenschlamm“ bezeichnet. Eine Probe davon ist hell chocoladebrauner getrockneter Schlamm, welcher in Wasser, dunkler werdend, zerfällt und Foraminiferengehäuse als weisse Körner dabei auslöst. Auf dem Objektträger dünn ausgebreitet lässt die Probe auf der Fläche eines Quadratcentimeters ungefähr 360 gut erhaltene Foraminiferengehäuse, wenige Pteropoden, Radiolarien, Scheibendiatomeen, etwas mehr Spongiennadeln zählen. Dazu findet sich noch eine grosse Menge von Schalenfragmenten von Foraminiferen. Die feinste Masse von Zerreibungsmulm hüllt die eben geschilderten Gebilde

nebst farbigen und farblosen Mineralsplitterchen dicht ein. Die Schalen der erhaltenen, noch mehr der fragmentären Foraminiferen sind mehr oder weniger angegriffen auf der Oberfläche. Von erhaltenen Foraminiferen sind Orbulina universa, Globigerina triloba, Pulvinulina Menardii die vorherrschenden.

Die mineralogische Beschreibung dieser Probe ist im II. Theil der Forschungsreise Seite 76 und 77 gegeben.

Nach dem Reisebericht wurde am 25. Juli 1874 in der **Station 11**, aus 1600 Meter Tiefe, zwischen S. Niclas und Sal, grauer Schlamm, bei Bonavista aus 91 Meter Tiefe Sand mit Muschelfragmenten, Foraminiferenbruchstücken, zahlreichen Polytrema, mit Cristellaria, Alveolina, mit lebenden Muscheln, Seeigeln, Krebsen aufgezogen. Keine Probe mitgetheilt. Ebenso von **Station 12**, 210 Meter tief.

Station 13, bei 15° 40 Nordbreite, 23° 6 Westlänge, (Cap Verdeinseln) aus 69 Meter Tiefe. Die Probe ist lockerer Sand, aus farbigen und farblosen Mineralkörnern verschiedener Art, Form und Grösse gebildet. Zahlreiche Foraminiferen, namentlich in Zerreibungsmulm gehüllt, Coccolithen, einfache und gitterförmige Spongolithen, Ostrakoden, Cidaritenstachel, Korallen- und Conchylien-Bruchstücke finden sich. Auf einer Quadratcentimeterfläche zählt man ungefähr 150 Foraminiferen, 6 Radiolarien. Nach Grösse und Häufigkeit fällt Amphistegina Lessoni auf. Die Foraminiferen sind durch viele Arten vertreten und sind ausser der erwähnten Amphistegina Globiger. bulloides, concinna, triloba, Pulv. Menardii, Truncatul. lobatula, Bolivina dilatata, Cassidulina crassa die häufiger zu beobachtenden Arten.

Station 14, 2560 Meter, **Station 15**, 1628 Meter, **Station 16**, 4645 Meter, lieferten keine Probe zur Untersuchung.

Station 17 bei 10° 12.9 Nordbreite, 17° 25.5 Westlänge, 677 Meter Tiefe. Zwei Proben — nur bezeichnet mit der Signatur „Westküste von Afrika“ — stammen sicherlich von da. Sie sind ziemlich gleich, nur ist die eine mehr mit Fragmenten, die andere reichlicher mit erhaltenen Formen erfüllt. Der getrocknet röthlich-braungraue Globigerinenschlamm bricht fein sandig mehlig, in Wasser zerfällt die Probe und lässt eine grosse Zahl grösserer Foraminiferengehäuse als weisse Körnchen frei werden.

Die Hauptmasse der Probe bildet ein feiner Zerreibungsmulm. Unzählige Bruchstücke von Foraminiferen, Spongiennadeln, dann Mineralsplitterchen liegen durcheinander. Foraminiferenschalen finden sich auch gut erhalten in grösseren und kleinsten Exemplaren. Die Probe ist überhaupt reich an Lebeformen. Auf eines Quadratcentimeters Fläche zählt man ohne Mitberechnung der Fragmente etwa 6 Ostrakoden, ebenso viele Radiolarien, 36 Pteropoden, 40 kleine Conchylien, 10 Spongolithen, 600 Foraminiferen. An Zahl der Arten und Individuen stehen die Globigerinen oben an, deren Arten und Varietäten sind 19, dann kommen 17 Lagena-, 12 Pulvinulina-, 6 Discorbina-, 5 Textularia-, 5 Bolivina-, 4 Bulimina-, 4 Anomalina-, 4 Truncatulina-, 4 Nonionina-Arten u. s. w.

In **Station 18** bei 6° 27.8 Nordbreite, 11° 02 Westlänge vor Monrovia wurde in 68 Meter Tiefe gelothet. Eine mit „Westküste von Afrika 0 Tiefe“ signirte Probe wird wohl hieher gehören. Ein lockerer, schmutzig-graulicher Sand, aus Körnchen vom feinsten Staubtheil bis zu Stücken von einem Durchmesser mehrerer Millimeter gebilbet, schliesst mehr oder weniger abgeriebene Bruchstücke von Nulliporen, Korallen, Conchylien mit zahlreichen Foraminiferen ein. Es lassen sich auf eines Quadratcentimeters Fläche ungefähr 260 Foraminiferen, 20 kleine Conchyliengehäuse, 6 Ostrakoden, 6 Spongolithen, 4 Radiolarien, 2 Pteropoden zählen. Die Foraminiferen sind besonders in Arten verhältnissmässig reich vertreten, und ist Textul. trochus durch Grösse und Häufigkeit auffallend. Von kleineren Formen ist Globig. bulloides die häufigere.

Vom 7. bis 17. August wurden in **Station 19** bei 4° 40 Nordbreite, 9° 10 Westlänge, in 108 Meter Tiefe Korallen, in **Station 20** bei 4° 12 Nordbreite, 10° 37 Westlänge, in 4755 Meter Tiefe gelber und schwarzer Schlamm, in **Station 21** bei 3° 20 Nordbreite, 11° 19 Westlänge, in

4820 Meter Tiefe ebenfalls gelber und schwarzer Schlamm, in **Station 25** bei 0° 55.4 Südbreite und 14° 82 Westlänge in 2999 Meter Tiefe grauer Globigerinenschlamm und Sand gelothet.

Nach dem I. Theil der Forschungsreise wurde in **Station 26** nahe bei Ascension, unter 4° 8 Südbreite und 15° 4 Westlänge in 3932 Meter Tiefe hellgrauer, kreidiger Globigerinenschlamm gelothet. Von den Stationen 19 bis 32 wurde nur von Station 26 eine Probe zur Untersuchung mitgetheilt. Diese ist aber nicht Kreide, sondern ein braungrüner Sand, feinkörnig für das nicht bewaffnete Auge, gebildet aus lauter mehr oder weniger abgeriebenen Splittern und Körnern von Gesteinen verschiedener Farbe oder glasklarer Durchsichtigkeit, mit mannigfachen Einschlüssen. Im zweiten Theil der Forschungsreise findet sich Seite 79 die Beschreibung dieser Probe nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung. Ihr Gehalt an Foraminiferen ist spärlich, es finden sich nur vereinzelnte Gehäuse von Uviger. pygmaea, Cassidul. Parkeriana, Pulvinulina elegans. Eine stark angegriffene Schale scheint zu Biloculina elongata zu gehören.

In **Station 27** bei 7° 45 Südbreite und 14° 43 Westlänge wurde in 3767 Meter Tiefe hellgrauer, kreidiger Globigerinenschlamm gelothet.

Von Ascension ab wurde in **Station 28** bei 6° 15 Südbreite und 12° 01 Westlänge in 2652 Meter Tiefe felsiger Grund, in **Station 29** bei 4° 42 Südbreite, 7° 17.8 Westlänge in 4252 Meter Tiefe gelbbrauner Globigerinenschlamm gelothet.

In **Station 30** bei 2° 42 Südbreite und 0° 57 Westlänge ergab die Lothung eine Tiefe von 3475 Meter, in **Station 31** bei 5° 3.6 Südbreite, 8° 37 Ostlänge 179 Meter, hier schwarzen Schlick. In **Station 32** bei 6° 22 Südbreite und 11° 41 Ostlänge holte das Schleppnetz aus dem Grunde sandige Partien herauf, welche aus Muscheln, Korallen und Foraminiferen bestanden.

Am Kongo verweilte die Gazellenexpedition mehrere Tage. Von Ponta da Lenha wurde eine Probe mitgetheilt, welche einen lockeren Sand ziemlich gleich grosser krystallinischer Mineralsplitterchen darstellt, aber keine Spur organischer Reste oder Formen entdecken lässt.

Südlich vom Kongo wurde in **Station 33** bei 10° 56 Südbreite und 10° 33 Ostlänge aus 3840 Meter Tiefe, in **Station 34** bei 15° 19 Südbreite, 6° 41 Ostlänge in 5130 Meter Tiefe, in **Station 35** bei 24° 24 Südbreite, 0° 11 Ostlänge aus 5166 Meter Tiefe heller Globigerinenschlamm gelothet, welcher auf dunklerer Schlammschichte auflag. Proben wurden von diesen drei Stationen nicht mitgetheilt.

In **Station 36** fand die Gazelle bei 33° 28 Südbreite und 1° 8.9 Ostlänge in 3566 Meter Tiefe auf felsigem Grunde eine etwa fünf Centimeter dicke Globigerinenschicht. Eine Probe daher ist im II. Theile der Forschungsreise Seite 79 unter Ziffer 9 beschrieben. Getrocknet ist sie feines, schwach röthlich-weisses Kreidemehl, welches in Wasser röthlich-braune Färbung annimmt. Auf dem Objektglas ausgebreitet lässt die Probe auf der Fläche von 1 Quadratcentimeter im Mikroskop-Sehfeld etwa 450 Foraminiferen, 10 Radiolarien zählen. Diatomeen und Spongiennadeln sind selten. Globigerina ist die vorherrschende Foraminiferenform, Orbulina und Pullenia sind nicht selten, Pulvinulina findet sich in mehreren Arten vertreten.

An einen siebentägigen Aufenthalt in Capstadt schliessen sich Untersuchungen der **Stationen 37** (33° 19 Südbreite, 17° 52 Ostlänge) und **38** (34° 6 Südbreite, 18° 6 Ostlänge) an, und wurde in ersterer in 91 Meter, in letzterer in 214 Meter Tiefe sandiger Felsgrund gelothet.

Eine Probe mit der Aufschrift „Tafelbai" ohne Tiefenangabe möchte von Station 37 stammen. Sie ist grobkörniger Sand, welcher, lose gemengt mit Conchylienschalenbruchstücken, neben den abgerundeten Mineralsplittern von sehr ungleicher Grösse Foraminiferengehäuse, einige Ostrakodenschalen, Echinusstacheln, Spongolithen enthält. Auf 1 Quadratcentimeter Fläche bietet die Probe etwa 25 gut erhaltene Foraminiferenschalen.

Die aufgefundenen Foraminiferen sind je eine Miliolina, Planispirina, Textularia, Bolivina, Sphaeroidina, Orbulina, Hastigerina, zwei Cassidulina, vier Globigerina, zwei Discorbina, drei Pulvinulina, sieben Truncatulina, je eine Planorbulina, Calcarina, Nonionina, je zwei Rotalina, Polystomella.

Mit der Aufschrift „**Agulhas-Bank**" bezeichnet und die Tiefenangabe 214 Meter tragend wurde eine Probe gegeben, welche der Tiefenangabe nach zu **Station 38** zu verweisen sein möchte. In Band II der Forschungsreise ist diese Probe auf Seite 80—82 beschrieben. Die aufgefundenen Foraminiferen sind nach Art und Stückzahl nur wenige.

Von der Fahrt der Gazelle von Capstadt bis zu den Kerguelen sind die **Stationen 39 bis 43** ohne Tiefenangabe, von **Station 44** ist eine Tiefe von 293 Meter bestimmt, Proben sind nicht mitgetheilt worden. Am 26. Oktober 1874 ankerte die Gazelle bei Betsy Cove. Von da aus wurden innerhalb der Kerguelen-Inseln und in deren Umgebung verschiedene Forschungsfahrten ausgeführt, und es sind sowohl auf dem Lande in Pfützen und Süsswasserteichen schlammiger Grund, als auch in Buchten, auf der Bank der Insel, sowie auf offener See an verschiedenen Stellen grünliche Grundproben gewonnen worden, in welchen sich, bis zu 640 Meter Tiefe, vorwiegend Diatomeen gefunden haben.

Die von den Kerguelen mitgetheilten Proben werden, um sie mit der Stationenreihenfolge in Vergleich stellen zu können, mit 44 a, b, c, d, e bezeichnet.

Von **Station 44 a** ist eine Probe aus 7 bis 8 Meter Tiefe von *Betsycove*. Getrocknet bietet sie sich als lockerer, grauflockiger Mulm, welcher auf Wasser schwimmt und aus unzählbaren Diatomeen und Spongien-Nadeln mit Bruchstücken von diesen Gebilden besteht. Die Scheiben-Diatomeen sind sehr zartschalig, die Gitterzeichnung ist bei feinster Zierlichkeit sehr gut erhalten. Die Spongolithen wechseln in der Form. Von Foraminiferen ist nur ein Exemplar von Uvigerina tenuistriata gefunden worden.

Eine Probe von *Winterharbour*, **Station 44 b**, ist getrocknet gebackener grünlich grauer Mergel lockeren Gefüges. Er schliesst nur wenige Conchylienschalentrümmer ein, färbt sich in Wasser dunkler, zerfällt darin lange nicht. Zerdrückt man weich gewordene Brocken, so erweist sich die Masse als mulmiges Gemenge von Pflanzenfetzen, Mineralsplittern und Zersetzungsdetritus. Nebst Spongiennadeln und Scheibendiatomeen und deren Trümmern finden sich sehr viele kleine und kleinste Nadelchen. Foraminiferen zu finden ist nicht gelungen.

Eine Probe trägt die Aufschrift: „Port Palliser", hat keine Tiefenangabe, soll hier **Station 44 c** entsprechen.

Die getrocknete Probe ist grauer, mehlig brechender Mergel. Die Probe zerfällt in Wasser sehr langsam und erweist sich dann als ein Filz von feinen Algenfäden, Spongiennadeln, Diatomeen verschiedener Form. Foraminiferen sind selten, einige Discorbina Parisiensis, Polystomella macella, die Diatomeen aber sind überreich an Gehäusen und reich an Arten.

Aus 91 Meter Tiefe ist eine „*Kerguelens-Bank*" bezeichnete Probe (**Station 44 d**) mitgetheilt, welche getrocknet hellgrauen Mergel darstellt, der in Wasser braungrüne Färbung annimmt, aber nur wenig zerfällt. Die Masse besteht aus zahlreichen, mit Diatomeen und Spongolithen durchmengten, mineralischen Splitterchen und Körnchen. Die Diatomeen zeichnen sich aus durch derbes Gerüste, auch die Spongiennadeln sind kräftig. Foraminiferen sind nicht gefunden worden.

Eine Probe von Royal Sound — **Station 44 e** — aus 91 Meter Tiefe ist getrocknet feiner hellgrauer Mulm, bröckelig gebacken und starrt von Kieselnadeln. Die Spongiennadeln herrschen als organische Formen vor, sind zum Theil ungewöhnlich gross. Von Diatomeen finden sich fast nur Coscinodiscusbruchstücke, Foraminiferen gar nicht.

Von den Kerguelen steuerte die Gazelle zu Weihnachten 1874 bis zum 40. Breitegrad nordwärts, ging wieder zurück und lothete in **Station 50** am 4. Januar 1875 bei $41^{0}\,55$ Südbreite und $71^{0}\,54$ Ostlänge in 3480 Meter Tiefe. Eine getrocknete Probe von daher ist hellgrauer Schlammmergel, welcher kreidemehlig bricht, in Wasser zerfällt. Auf 1 Quadratcentimeter Fläche zählt man auf dem Objektträger des Mikroskopes ungefähr 900 Foraminiferen, 90 Diatomeen, 30 Radiolarien. Spongiennadeln sind selten. Die Gehäuse der Foraminiferen sind meistens in der



Schale stark angegriffen, selbst bis zur Durchbohrung. Feinster Detritusmulm hüllt alle Gehäuse dicht ein.

Die gefundenen Foraminiferen sind je eine Biloculina, Spiroloculina, Virgulina, Cassidulina, Lagena, Discorbina, Anomalina, Nonionina, Orbulina, vier Globigerina, fünf Pulvinulina.

Von **Station 52**, 3109 Meter Tiefe, ist eine Probe nicht gegeben worden. Eine Probe von 47° 50 Südbreite und 68° 0 Ostlänge, angeblich aus 100 Faden Tiefe, dürfte **Station 53** entsprechen, nur ist zu bemerken, dass im I. Theil der Forschungsreise die Tiefe für diese Station mit 366 Meter bezeichnet ist. Die getrocknete Probe ist feiner, lockerer Mulm, weisslich grau, zerfällt in Wasser. Auf dem Objektträger erweist sich die Probe als ein Gemenge von Mulmbrocken, Gesteinssplittern verschiedener Form und Grösse, und dazwischen sind eine grosse Anzahl von Spongolithen, Diatomeen, auch Foraminiferen eingebettet. Radiolarien sind seltener, etwa 10 auf 100 Diatomeen und 250 Foraminiferen. Von letzteren finden sich Globigerinen in beträchtlicher Ueberzahl, Cassidulinen sind reichlich, Uvigerinen nicht selten gefunden worden.

Am 9. Januar 1875 wurde bei 47° 45 Südbreite und 69° 30 Ostlänge in **Station 54** in 183 Meter Tiefe eine Probe aufgehoben, welche getrocknet als lockerer, graugrüner, feinkörniger Sand erscheint. Krystallinische Splitter verschiedenster Färbung bilden denselben. Spongolithen sind darin in grösseren und kleineren Stücken häufig, aber meistentheils als Bruchstücke, vorhanden. Foraminiferen sind selten, Cassidulina subglobosa die einzige bestimmbare gefundene Art.

Südlich von den Kerguelen wurde in **Station 55** bei 54° 49 Südbreite und 70° 31 Ostlänge in einer Tiefe von 640 Meter gelothet. Eine von daher stammende Probe ist hellgrauer, flockiggeballter, leichter Mulm, welcher in Wasser nicht zerfällt, aber in grünlich-graue Färbung übergeht. Die Masse besteht fast ganz aus Diatomeen und Diatomeentrümmern. Neben den unzählbaren Scheibendiatomeen finden sich auch andere Diatomeenarten reichlicher vertreten. Radiolarien sind seltener, Foraminiferen nicht häufig.

Eine Probe mit der Fundstättenbezeichnung 49° 15 Südbreite und 70° 15 Ostlänge aus 104 Meter Tiefe ist im II. Band der Forschungsreise Seite 93 unter Ziffer 38 kurz beschrieben. Diese Probe soll hier als **Station 55 a** bezeichnet werden. Getrocknet ist dieselbe ein hellgrauer, ziemlich faseriger Filzmulm, welcher in Wasser zerfällt, dabei ein Gewirre von feineren und derberen nadelähnlichen Faserstücken, von ungewöhnlich langen und grossen Spongolithen erkennen lässt. Letztere sind ungemein zahlreich. Die auf dem Objektträger ausgebreitete Masse weist mehr organische Formen auf als Mineralsplitter. Neben den schon erwähnten vielen Spongolithen zählt man auf 1 Quadratcentimeters Fläche ungefähr 350 gut erhaltene Foraminiferen, fast ebenso viele Diatomeen, 10 Ostrakoden.

Die erhaltenen Foraminiferen sind in Polytrema, Carpenteria, Trochammina, Haplophragmium, Articulina, Virgulina, Polymorphina, Nodosaria, Cristellaria, Orbulina, Pullenia, Planorbulina in einer Art, Biloculina in drei, Miliolina in vier, Planispirina zwei, Cassidulina vier, Uvigerina zwei, Lagena in zwölf, Globigerina in sechs, Discorbina in sechs, Truncatulina drei, Pulvinulina, Nonionina je zwei Arten vertreten.

In **Station 56** bei 47° 13.5 Südbreite und 69° 51.5 Ostlänge wurde in 210 Meter Tiefe mit dem Netz grauer sandiger Schlamm mit Diatomeen und wenigen Thieren gehoben. Im III. Theil der Forschungsreise ist der gemachte Fang Seite 149 unter Schleppresultat XXI mitgetheilt. Eine vielfach gerollte Serpula findet sich auch in der mitgetheilten Probe, in welcher vereinzelnt einige Exemplare von Uvigerina, Cassidulina, Haplophragmium, Globigerina bulloides gefunden worden sind, nur letzteres Exemplar in gut erhaltenem Zustande.

In **Station 58** lothete die Gazelle bei 40° 13 Südbreite und 78° 26 Ostlänge am 10. Februar 1875 in 2624 Meter Tiefe. Eine daher stammende Probe ist getrocknet ein feiner, weisser Schlamm-Mergel. Dieser zerfällt in Wasser und trübt dasselbe beim Schütteln milchig. Die Masse besteht vorzugsweise aus Foraminiferenschalen, grossentheils Bruchstücken. An erhaltenen Gehäusen von Foraminiferen kann man auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 2400 Foraminiferen,



10 Radiolarien, 5 Diatomeen zählen. Auch Spongolithen finden sich. Die aufgefundenen Foraminiferen beziffern an Arten 2 Biloculina, 1 Spiroloculina, 3 Miliolina, 2 Bolivina, 3 Virgulina, 1 Bulimina, 1 Textularia, 1 Verneuilina, 1 Uvigerina, 4 Lagena, 1 Orbulina, 1 Pullenia, 1 Sphaeroidina, 9 Globigerina, 1 Discorbina, 1 Anomalina, 4 Truncatulina, 8 Pulvinulina, 3 Rotalina, 2 Nonionina.

In den Stationen 58 und 59 war auch das Grundnetz in Anwendung und im III. Theil der Forschungsreise ist unter Schleppresultat XXII ein graulich-weisser, kreidiger Schlamm mit Schalen von Foraminiferen, namentlich Cristellarien (?) und ähnlichen Formen, darunter einer Amphistegina von fünf Millimeter Durchmesser, als Grundprobe bezeichnet.

Eine Probe von **Station 59** bei 38^{0} 25 Südbreite und 78^{0} 30 Ostlänge aus 1485 Meter Tiefe genommen ist getrocknet weisser Schlamm-Mergel. Dieser zerfällt in Wasser und trübt dasselbe beim Schütteln milchig. Die Masse besteht fast ganz aus Foraminiferengehäusen und Zerfalls- und Zerreibungsmulm von solchen. Viele erhaltene Gehäuse sind in solchem Detritus eingehüllt, dann in sehr gutem Erhaltungszustande, wenn man sie zur Beobachtung von diesem Mulm frei gemacht hat. An erhaltenen Foraminiferen lassen sich auf 1 Quadratcentimeter Fläche 3600 zählen, 20 Radiolarien. In dem Mulm stecken auch häufig Lavasplitterchen.

Von Foraminiferenarten sind unter den aufgefundenen als Biloculina 2, Spiroloculina 1, Miliolina 3, Trochammina 1, Gaudryina 1, Bulimina 1, Polymorphina 1, Cristellaria 1, Uvigerina 2, Orbulina 1, Pullenia 1, Sphaeroidina 1, Globigerina 10, Discorbina 2, Anomalina 1, Truncatulina 5, Pulvinulina 7, Nonionina 4 zu benennen.

Eine zweite Probe von 38^{0} 12 Südbreite und 77^{0} 41 Ostlänge mit gleicher Tiefenangabe wie bei voriger Probe von 1485 Meter soll hier als **Station 59 b** bezeichnet werden. Die getrocknete Probe ist schmutzig-weisser, in's Bräunliche spielender Globigerinenschlamm, lockeres Mehl, welches in Wasser als Detritusmulm zerfällt. Dieser umhüllt wenige sehr kleine Mineralsplitter, aber sehr viele Foraminiferengehäuse.

Biloculina, Spiroloculina sind je einmal, Miliolina drei, Gaudryina ein, Bolivina zwei, Cassidulina ein, Uvigerina zwei, Polymorphina, Cristellaria, Orbulina je einmal, Globigerina neun, Discorbina zwei, Truncatulina fünf, Pulvinulina sechs, Nonionina drei mal vertreten.

Eine Lothung in **Station 60** bei 37^{0} 56 Südbreite und 77^{0} 56 Ostlänge hob aus 1554 Meter Tiefe schwarzen Basaltsand. In **Station 61** wurde bei 35^{0} 3.0 Südbreite und 81^{0} 42.5 Ostlänge in 2743 Meter Tiefe gelothet.

Am 25. Februar 1875 kam Mauritius in Sicht. Hier wurde vor **Station 65**, ehe man die Insel erreichte, ein Schleppzug ausgeführt, welcher einen aus Foraminiferenschalen bestehenden Kalksand mit faustgrossen Knollen von Kalkalgen und mit meistentheils rothen Rindenkorallen vom Grunde aufhob. Die Stationen 65, 66 und 67 sind zunächst an der Insel. Die daher mitgetheilten Proben sind verschiedenen Stellen und Tiefen entnommen, im II. Theil der Forschungsreise Seite 88 und 89 ist ihre mineralische Zusammensetzung beschrieben.

Eine Probe aus 137 Meter Tiefe, bezeichnet mit der Aufschrift: „zwei Seemeilen vom Korallenriff", dürfte Station 65 entnommen sein. Diese Probe ist lockerer, grösstentheils aus weissen, seltener aus rothen oder braunen Körnern bestehender Sand. Derselbe wird vorzugsweise von abgeriebenen Schalenbruchstücktheilchen, weniger von mineralischen Splittern gebildet. Diese Körner wechseln in der Grösse von 0.5 bis 2.5 Millimetern, feiner Zerreibungsstaub findet sich nur spärlich dazwischen. Sehr kleine Conchylien, Ostrakodenschalen, Radiolarien, Spongolithen finden sich mit zahlreichen Foraminiferengehäusen in der Probe, in welcher selbst dem unbewaffneten Auge Amphisteginen und Rotalinen sich als vorherrschende Formen auffällig machen. Auch die kleineren Schalen zeigen einen ziemlich mannigfaltigen Bestand an Arten. Es fanden sich neben den erwähnten Amphisteginen und Rotalinen noch Miliolina mit 13, Biloculina mit 2, Spiroloculina 3, Textularia 3, Bolivina 4, Bulimina 2, Lagena 3, Cristellaria 2, Uvigerina 2, Globigerina 3, Truncatulina 6, Nonionina 2, Polystomella 3 Arten.

Im II. Theile der Forschungsreise ist diese Probe auf Seite 89 beschrieben. Im III. Theil der Forschungsreise sind Schleppresultate mitgetheilt unter den Nummern XXIII bis XXV, welche zu den bei Mauritius ausgeführten Forschungsunternehmungen gehören. Schleppung XXIII hatte aus 45 Meter Tiefe weissen Kalksand mit rothen Korallinen zu Tage gefördert, welcher aus Foraminiferenschalen, besonders Orbitulites complanata und Alveolinen bestand. Eine Probe ist aber nicht mitgetheilt worden, auch nicht von Schleppzug XXV, welcher aus 92 Meter Tiefe gelben Sand von gerollten Korallenstücken und Muschelbruchstücken mit Foraminiferen, namentlich Orbitulinen und Cristellarien brachte. Von Schleppzug XXIV aus 411 Meter Tiefe ist von **Station 66** eine Probe gegeben. Sie ist grauer, feingebackener Sand, welcher in Wasser langsam zerfällt und wenig Schlamm absetzt. Zwischen zahlreichen Mineralsplittern und Schalenbruchstücken liegen einfache und combinirt geformte Spongolithen, Ostrakoden, Radiolarien, und zerstreut in beträchtlicher Menge Foraminiferengehäuse von den kleinsten bis zu relativ grossen Formen. Die Foraminiferenschalen sind grossentheils angegriffen oder schadhaft. Die Mineralsplitterchen herrschen in dem Gemenge vor, überdiess umhüllt lockerer Detritusmulm die zahlreichen erhaltenen Foraminiferenschalen. Unter den mineralischen Gemengtheilen finden sich häufig Lavasplitter.

Auf 1 Quadratcentimeter Fläche lassen sich von erhaltenen Foraminiferengehäusen etwa 300, von Radiolarien 20 und 8 Ostrakoden, von diesen in der Regel nur eine Schale, zählen. Amphisteginen machen sich auch hier dem unbewaffneten Auge bemerkbar. Der Artenreichthum der Foraminiferen ist gross, es fanden sich an Arten von Biloculina 16, Spiroloculina 7, Cornuspira 2, Planispirina 2, Articulina 4, Rheophax 3, Textularia 4, Bolivina 10, Bulimina 4, Uvigerina 6. Lagena 6, Cristellaria 5, Siphogenerina 4, Globigerina 4, Discorbina 8, Truncatulina 8, Pulvinulina 7, Nonionina 5, Operculina 2, Amphistegina 3.

Von **Station 67** bei 20^{0} 35 Südbreite und 57^{0} 17 Ostlänge stammt aus 347 Meter Tiefe eine winzige Probe, feinkörniger röthlich-grauer Sand, aus Mineralsplitterchen und Körnern bestehend, zwischen welchen mehr oder minder zerriebene Foraminiferengehäuse, seltener erhaltene Schalen sich finden. Man zählt auf 1 Quadratcentimeter Fläche etwa 60 Foraminiferen, 6 Radiolarien, 6 Pteropoden, 4 Ostrakoden, Spongolithen finden sich namentlich als mehrzackige Formen.

Von Foraminiferenarten wurden 3 Miliolina, 1 Articulina, 1 Cornuspira, 4 Bolivina, 1 Textularia, 1 Bulimina, 1 Lagena, 1 Uvigerina, 2 Globigerina, 1 Planorbulina, 3 Truncatulina, 1 Rotalina, 1 Nonionina aufgefunden.

Eine Probe von **Station 68**, bei Mauritius, von 22^{0} 0 Südbreite, 58^{0} 7 Ostlänge aus 4801 Meter Tiefe stammend ist im II. Theil der Forschungsreise Seite 89 unter Nummer 25 beschrieben als getrockneter Schlick. Dieselbe enthält nur sehr spärliche organische Formen. Spongolithen, Radiolarien und Foraminiferen sind Seltenheiten. Von letzteren wurde eine kleine Rotalina Beccarii in gut erhaltenem Zustande gefunden.

Eine Probe von **Station 69** bei 24^{0} 41.2 Südbreite und 57^{0} 46.9 Ostlänge aus 4737 Meter, im II. Theil der Forschungsreise unter Nummer 26 beschrieben, ist von vorhergehender wenig verschieden in ihrer Zusammensetzung. Foraminiferen sind nicht gefunden worden.

Südlich von Mauritius, in **Station 71**, wurde am 24. März 1875 bei 32^{0} 11 Südbreite, 59^{0} 41 Ostlänge in 4618 Meter Tiefe gelothet. Eine daher stammende Probe ist getrocknet hell-röthlichbräunlicher Kreideschlamm, dessen festgebackene Knollen eine ziemlich leichtzerreibliche Bruchfläche zeigen. In Wasser zerfällt die Masse und trübt das Wasser beim Schütteln milchig. Unbeschädigte Foraminiferenschalen sind eine Seltenheit, obwohl sich beim Spülen der Masse während des Zerfallens viele Foraminiferenbruchstücke auslösen. Die Schalen zeigen sich sehr angegriffen und zerfallen leicht. Auf eines Quadratcentimeters Fläche zählt man gut erkennbare 60 Foraminiferen, 10 Radiolarien. Unter den aufgefundenen Arten sind 3 Globigerinen, 3 Pulvinulinen, 2 Rotalinen, 2 Nonioninen, 1 Biloculina.

Von den folgenden Stationen von Mauritius und der Gegend nördlich von Neu-Amsterdam, in welcher die Gazelle ihren Lauf kreuzte, um nach Australien zu segeln, ist die nächste mit einer

Probe vertretene **Station 74** bei 35^{0}_{30} Südbreite, 72^{0}_{13} Ostlänge aus 3968 Meter Tiefe. Der getrocknet kreideähnliche, etwas röthliche Globigerinenschlamm zerfällt in Wasser, dasselbe milchig trübend. Der aus kleinen und kleinsten Körnchen und Splitterchen bestehende Mulm hüllt nebst wenigen Mineralsplitterchen zahlreiche Foraminiferenbruchstücke und erhaltene Foraminiferengehäuse ein. Diese sind in der Schale vielfach angegriffen und beschädigt. Von deutlich erhaltenen Gehäusen lassen sich auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 250 Foraminiferen, 6 Radiolarien, 5 Diatomeen zählen.

Nodosaria, Orbulina, Pullenia, Sphaeroidina, und 6 Globigerinen sind die aufgefundenen Arten.

Von den **Stationen 75, 76, 77,** deren Lothungstiefe 2926 und 3155 Meter betrug, sind keine Proben mitgetheilt worden.

Nördlich von Neu-Amsterdam bei 35^{0}_{26} Südbreite und 79^{0}_{42} Ostlänge wurde in 2908 Meter Tiefe gelothet. Von dieser **Station 78** stammt eine Probe, welche getrocknet fast kreideweisser Schlamm-Mergel ist. Derselbe zerfällt in Wasser, ohne beim Schütteln merklich zu trüben. Die Masse besteht aus brüchigen Schalen, losen Schalenbruchstücken und Mulmbrocken. Kleine Foraminiferen finden sich häufig, grössere selten. Der Mulm selbst zerfällt in Schalensplitterchen. Mineralische Einmengungen sind nicht häufig. Radiolarien und Spongolithen wurden nicht gefunden, von Foraminiferen auf einer Quadratcentimeters Fläche etwa 250.

Von **Station 79** bei 37^{0}_{29} Südbreite, 85^{0}_{53} Ostlänge stammt aus 3548 Meter Tiefe vom 9. April 1875 eine Probe trockenen röthlich-weissen Kreideschlammes, welcher in Wasser zerfällt, sich als ein Aggregat von Mulmbröckelchen erweist, in welchen bei fortgesetzter Ausschlämmung zwischen Mineralsplittern winzig zerriebene Schalentheilchen als Massenbestandtheile erkannt werden. Die Foraminiferen finden sich nur als kleinste Formen, haben aber, auch wenn sie nicht Bruchstücke sind, angegriffene Oberfläche. Grösstentheils herrschen Globigerinen vor, und zwar meist rauhschalige. Doch trifft man auch Jugendformen in den zartesten Schalen.

Man zählt auf einer Quadratcentimeters Fläche etwa 1100 Foraminiferen, 11 Radiolarien. Von den Foraminiferen sind Orbulina universa, Pulvinulina crassa, Michelini, Globigerina bulloides, regularis, pachyderma die häufiger vorkommenden Arten.

Eine Probe von **Station 80** bei 37^{0}_{25} Südbreite und 91^{0}_{34} Ostlänge, aus 3987 Meter Tiefe, ist getrocknet weisslicher Kreidemergel. Dieser zerfällt in Wasser in Detritus und feinste Körnchen und Splitterchen von unregelmässiger Form. Die enthaltenen Foraminiferenschalen sind zum Theil Bruchstücke, zum Theil angegriffen, mit Mulm bedeckt. Spongolithen sind selten. Von erhaltenen Foraminiferengehäusen finden sich auf 1 Quadıatcentimeters Fläche ungefähr 300, Radiolarien 3. Die vertretenen Foraminiferenarten sind 2 Miliolina, 2 Uvigerina, 6 Globigerina, 1 Orbulina. 1 Sphaeroidina, 2 Discorbina, 4 Truncatulina, 5 Pulvinulina.

Eine Probe von **Station 83**, bei 34^{0}_{5} Südbreite und 104^{0}_{16} Ostlänge, aus 5276 Meter Tiefe ist trocken gebackener, graubrauner Schlamm-Mergel. Er erweicht in Wasser, sich dunkler färbend, ohne zu zerfallen. Ganz weniger bräunlicher Mulm löst sich dabei ab. Gedrückt zerfällt die weichgewordene Masse in kleinste Splitter und Mulmhäufchen, welch' letztere bei fortgesetzter Zerkleinerung in noch winzigere Stückchen zerfallen, welche bei stärkerer Vergrösserung als Punkte oder Nadelchen kaum wahrnehmbar sind. In diesem Gemenge finden sich Spongolithen in verschiedenen Grössen und Formen ganz und zerbrochen in grosser Menge. Radiolarien, Diatomeen und Foraminiferen sind nicht gefunden worden.

Eine Probe, welche keine andere Bezeichnung enthält „als zwischen Kerguelen und Australien" ist hartgetrockneter, chokoladebrauner Schlamm. In demselben finden sich sehr viele Lavaglassplitterchen, zahlreiche Bruchstücke von Spongolithen, auch gut erhalten Spongolithis obtusa Ehrenberg und ähnliche Formen. Als seltenen Funden begegnet man Körperchen, welche vermöge ihres ovalrunden Umrisses und ihrer radialfaserigen Struktur als Sphärolithe erkannt werden müssen. Diese Probe wird auf Station 83 einzureihen sein.

Station 85, bei 28° 42 Südbreite und 112° 40 Ostlänge, lieferte aus 4298 Meter Tiefe eine Probe, welche getrocknet sich als schwach röthlich-gebräunte Weisskreide darstellt. Sie bricht mehlig, verändert sich aber in Wasser wenig. Aufgeweicht erscheint sie auf dem Objektträger als ein Mulm von feinstzerriebenen und aneinander gebackenen Detritusgemengseln, in welchen Schalenbruchstücke und ganze wie rudimentäre Foraminiferengehäuse so fest eingebettet liegen, dass sie grossentheils erst von dem Mulme befreit werden müssen um betrachtet werden zu können.

Eine gleichfalls nur mit „zwischen Kerguelen und Australien" bezeichnete Probe gehört hieher.

Bei **Station 86** wurde am 22. April (I. Theil der Forschungsreise „Reisebericht" Seite 148) in 25° 50.8 Südbreite, 112° 36.8 Ostlänge vor Dirk Hartog eine Grundprobe aus 82 Meter Tiefe als gelblich-grauer feiner Kalksand aufgehoben. Dieser besteht aus Muschelfragmenten, Korallenstücken und Foraminiferenschalen, welche mehr oder weniger abgerieben sind. Eine zur Untersuchung übergebene Probe von Dirk Hartog stimmt nach Beschaffenheit der Sandkörner mit diesen Eigenthümlichkeiten, ist aber mit einer Tiefenangabe von 0 bezeichnet. Die Sandkörner, Schalenfragmente sind von mittelgrossem Umfang, weiss, auch roth und gelb von Färbung. Feiner Zerreibungssand fehlt in der Probe, auch finden sich keine kleine Foraminiferen. Verhältnissmässig grosse oder mittelgrosse Gehäuse wurden gefunden von zahlreichen Heterostegina, Amphisteginen, selten Alveolina melo, Discorb. Parisiensis, tabernacularis, Truncat. Ungeriana, Wüllerstorfii, Polystomella crispa.

Im II. Theile der Forschungsreise ist diese Probe Seite 95 beschrieben.

Am 23. April 1875 ankerte die Gazelle an der Nordspitze von Dirk Hartog.

Eine Probe, getrockneter, röthlich-weisser Schlamm-Mergel, von 23° 13 Südbreite, 112° 32 Ostlänge zwischen den Stationen 86 und 87 aus 1189 Meter Tiefe ist vermuthlich der Stelle entnommen, welche in der Karte des I. Theiles der Forschungsreise als Haltpunkt vom 24. April eingetragen ist und wird hier als **Station 86 a** bezeichnet. Die Probe zerfällt in Wasser bröcklig und zertheilt sich in feinsten Mulm. In diesen sind Foraminiferengehäuse so zäh eingehüllt, dass es Mühe kostet, sie deutlich sichtbar zu machen. Auf eines Quadratcentimeters Fläche zählen sich etwa 400 Foraminiferen.

Eine zweite Probe aus gleicher Tiefe und mit gleichem Datum beschrieben, trägt die Nummer **87 b**, ist bereits geschlämmt, enthält nur Schalen und Schalenbruchstücke von Foraminiferen, sehr kleine Muscheln, Pteropoden, Radiolarien, Spongolithen.

Die Conchylienbruchstücke sind stark angegriffen, die Foraminiferen aber sind, soferne sie nicht gebrochen, an der Oberfläche gut erhalten.

Die am häufigsten vorkommenden Foraminiferenarten sind Globigerina bulloides, triloba, Pulvinul. Menardii, dann finden sich weniger häufig Miliolinen, Bolivinen, Uvigerinen, Orbulina, Pullenia.

Das Verhältniss der gezählten Foraminiferen ist 840 gegen 200 Pteropoden, 80 Radiolarien, 50 Ostrakoden auf eines Quadratcentimeters Fläche.

In Station 87 und 88 wurde am 25. April bei 20° 49 bis 20° 41 Südbreite und 113° 46 bis 114° 17 Ostlänge aus 915 und 840 Meter brauner Schlick gelothet. Eine Probe von 915 Meter (**Station 87**) ist röthlich-weisser, locker gebackener Schlamm, welcher in Wasser zu kleinen Mulmschollen zerfällt. In diesem sind die Foraminiferen mit feinen Schalensplittern, sehr wenigen Radiolarien, Pteropoden eingebettet. Mineralische Bestandtheile zeigen sich spärlich. Die Foraminiferengehäuse finden sich in der Mehrzahl gebrochen. Von erhaltenen zählt man etwa 200 auf eines Quadratcentimeters Fläche. Globigerinen überwiegen nach der Zahl. Die Gehäuse sind nicht selten, auch sehr kleine und dünnschalige, mit Stacheln besetzt. Es dürfte der Schutz, welchen diese zarten Gebilde in dem Schlamme gefunden haben, der Erhaltung der Stacheln förderlich gewesen sein.

Eine Probe von **Station 88** aus 841 Meter Tiefe ist trocken ein locker gebackener Schlamm, welcher in Wasser mulmig zerfällt. In diesem liegen als Fragmente und ganz erhalten Foraminiferen, etwa 220 auf der Fläche eines Quadratcentimeters neben Pteropoden, Monovalven, winzigen Bivalven, Radiolarien, Spongolithen. Auffallend häufig sind Foraminiferengehäuse mit mehr oder minder rauher Oberfläche. Unter den Foraminiferen machen sich besonders Pulvinul. Menardii durch Häufigkeit bemerkbar.

Am 2. Mai 1875 wurde in **Station 89** in 128 Meter Tiefe gelothet. Eine Probe ist nicht mitgetheilt worden.

Eine am 3. Mai in **Station 90** nördlich von Mermaid (Australien) bei 18° 52 Südbreite und 116° 18 Ostlänge aus 357 Meter Tiefe gelothete Probe, ist weisser, feinkörnig gebackener Schlamm, zerfällt in Wasser langsam, enthält viele Bruchstücke und Splitter von Conchylien und Foraminiferen, zahlreich Pteropoden. Auf eines Quadratcentimeters Fläche zählt man etwa 300 Foraminiferen, 5 Pteropoden, 1 Coscinodiscus.

Die Zahl der Foraminiferenarten ist sehr gross. Es wurden 7 Spiroloculinen, 12 Miliolinen, 3 Cornuspira, 2 Articulina, 2 Verneuilina, 7 Textularia, 14 Bolivina, 4 Virgulina, 9 Bulimina, 6 Uvigerina, 15 Lagena, 3 Cassidulina, 6 Cristellaria, 8 Nodosaria, 3 Siphogenerina, 12 Globigerina, 8 Discorbina, 8 Pulvinulina, 3 Anomalina, 8 Truncatulina, 2 Rotalina, 4 Nonionina aufgefunden.

Die mineralogische Schilderung dieser Probe ist im II. Theil der Forschungsreise Seite 95 und 96 gegeben.

Am 4. Mai wurde in **Station 91** in 1646 Meter Tiefe gelothet. Eine Probe ist nicht mitgetheilt worden.

Eine von **Station 92**, südwestlich von Timor, bei 16° 10 Südbreite, 117° 30 Ostlänge aus 5523 Meter stammende Probe ist hellgrauer Globigerinenschlamm. Dieser zerfällt in Wasser, wobei zahlreiche Foraminiferen sich auslösen. Man zählt deren auf eines Quadratcentimeters Fläche ungefähr 300 mit 80 Radiolarien, 5 Coscinodiscusschalen. Massenhaft kommen Orbulina univ., Globigerinen, Pulv. Menardii vor. Von ungefähr 30 Foraminiferenarten gehören 7 den Globigerinen, 7 den Pulvinulinen an.

Die im II. Theil der Forschungsreise als Nummer 4 auf Seite 74 und 75 beschriebene Probe gehört hieher, während die mineralogische Schilderung dort Seite 96 zur Meeresgrundprobe 54 gegeben ist.

Von **Station 93** vom 7. Mai aus 5505 Meter Tiefe ist keine Probe mitgetheilt worden.

Bei 12° 27 Südbreite und 119° 3 Ostlänge wurden von **Station 94** am 8. Mai 1875 aus 5221 Meter Tiefe zwei Proben entnommen. Eine aus „oberer Schicht" ist hellbrauner feiner Thon, welcher in Wasser sich dunkler färbt, kaum zerfällt, geschüttelt spitze Splitterchen absetzt. Spongolithen und Radiolarien wurden als Seltenheit, Foraminiferen gar nicht gefunden.

Die Probe: „untere Schichte" ist hellgrauer, fest gebackener Mergel, welcher in Wasser theilweise zerfällt und geschüttelt das Wasser trübt. Hier sind Radiolarien nicht selten, Foraminiferen konnten nicht gefunden werden.

Beide Proben sind im II. Theile der Forschungsreise Seite 97 beschrieben.

Von **Station 95** vom 10. Mai 1875 bei 11° 18.3 Südbreite und 120° 8.5 Ostlänge aus 4078 Meter Tiefe liegen zwei Proben vor.

a. Die Probe: „obere Schichte" ist hartgebackener hellgrauer Schlamm, welcher in Wasser langsam zerfällt und dabei Foraminiferen mittlerer Grösse mit Foraminiferenbruchstücken massenhaft frei werden lässt. Der Inhalt an organischen Formen ist sehr mannigfaltig. Neben Coccolithen finden sich feine, spongolithenähnliche Nadeln, gegitterte, geweihförmige Spongolithen, Diatomeen, Radiolarien. Auf eines Quadratcentimeters Fläche finden sich etwa 65 gut erhaltene Foraminiferen, 45 Radiolarien, 12 Scheibendiatomeen. Globigerinen und Pulvinul. Menardii sind die häufigeren Foraminiferenformen.

b. Die Probe: „untere Schicht" ist hellgrauer Mergel, welcher in Wasser dunkler werdend

langsam theilweise zerfällt. Es berechnen sich auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 180 Foraminiferen, 40 Radiolarien, 15 Diatomeen. Auch hier sind Globigerina und Pulvin. Menardii die häufiger vorkommenden Foraminiferen. Bei den kleineren Gehäusen ist feines Filzcementgefüge mehr als sonst zu beobachten. Die Foraminiferenschalenfragmente der grösseren Formen sind durchwegs stark angegriffen. Diese und die von Station 96 gegebenen Proben sind im II. Theil der Forschungsreise Seite 97 geschildert.

Zwischen Sumba und Timor, von **Station 96**, bei 9^{0}_{56} Südbreite und 121^{0}_{52} Ostlänge wurde in 2981 Meter Tiefe gelothet. Eine daher stammende getrocknete Probe ist hellgrauer Mergel, welcher in Wasser Luftblasen entwickelt, aber nicht zerfällt. Grössere Foraminiferengehäuse treten als weisse Körner aus dem sich mit Wasseraufnahme verdunkelnden Mergel heraus. Zerdrückt man die grösseren Schalenstücke, dann entleeren sich deren Hohlräume mit ausfallenden Foraminiferen. Man kann auf eines Quadratcentimeters Fläche ungefähr 60 Foraminiferen, ebenso viele Diatomeen, 45 Radiolarien zählen.

Bei stärkerer Vergrösserung erscheinen in dem Mulm neben kleinsten Körnchengruppen sehr feine Nadelfragmente, gerade oder gebogen, schwach gelblich gefärbt, in der Masse zerstreut. Hie und da finden sich auch längere und kräftigere Stücke, wie Spongolithen, wahrscheinlich sind sie pflanzlicher Natur. Der Reichthum an Foraminiferenarten ist nicht gross. Es fanden sich einzelne Virgulina, Cassidulina, Chilostomella, Sphaeroidina, Truncatulina, Rotalina, 2 Arten Pullenia, 3 Pulvinulina, 4 Globigerina-Arten.

Bevor die Gazelle bei Atapopa landete, wurde bei 8^{0}_{49} Südbreite und 124^{0}_{15} Ostlänge am 27. Mai 1875 in **Station 97** aus 3758 Meter Tiefe grünschwarzer Schlamm gelothet. Eine getrocknete Probe davon ist sehr feiner, hellgrauer Mergel, welcher in Wasser dunkler werdend sehr rasch zerfällt. Im Sehfeld des Mikroskops bietet die Probe ein Haufwerk ungleicher Bruchstücke und Splitter von Mineralstückchen, zwischen welchen sich nur wenige, fast durchgehends beschädigte Foraminiferenschalen, keine kleinen jugendlichen Gehäuse, als Seltenheit Scheibendiatomeen erkennen lassen. Von Foraminiferen sind nur Globigerina triloba und diplostoma, Pullenia obliqueloculata, Pulvinulina Menardii constatirt worden.

In **Station 99** bei 7^{0}_{35} Südbreite, 125^{0}_{27} Ostlänge wurde in 4243 Meter Tiefe, in **Station 100** bei Api in 4243 Meter Tiefe, **Station 101** bei 5^{0}_{27} Südbreite, 127^{0}_{32} Ostlänge, aus 1152 Meter Tiefe gelothet. Proben wurden nicht mitgetheilt.

Am 2. Juni 1875 wurde Amboina erreicht. Diese Insel wird durch eine Bucht in zwei Hälften getheilt. Die Bucht enthält als Meeresboden schwarzen Schlick mit Pflanzenresten. Entlang dem Südufer läuft ein Korallenriff. Der Boden des westlichen Beckens, mit dem Hafen von Amboina, besteht aus schwarzem Schlamm.

Eine Probe „von Amboina" bezeichnet, mit Angabe von 54 Meter Tiefe, ist schmutzig graubrauner Sand, welcher relativ grössere Mineralstückchen verschiedenster Form und Abreibung, Splitter aller Farben enthält. Diese Probe ist nicht mit Stationsnummer versehen, sie wird hier als **Station 101 a** bezeichnet. Im II. Theil der Forschungsreise ist diese Probe Seite 97 beschrieben. Was zur Foraminiferenuntersuchung kam, war nur eine winzige Probe. Aus dem Wenigen ergab sich ein Verhältniss von etwa 20 Foraminiferen auf 5 Pteropoden, 1 Ostrakode, 1 Radiolaria. Verhältnissmässig gross ist der Artenreichthum. Es fanden sich 1 Spiroloculina, 1 Hauerina, 1 Ophthalmidium, 1 Haplophragmium, 4 Bolivina, 1 Lagena, 1 Nodosaria, 1 Sphaeroidina, 1 Pullenia, 1 Hastigerina, 4 Globigerina, 2 Discorbina, 2 Pulvinulina, 1 Anomalina, 5 Truncatulina, 1 Rotalina, 1 Nonionina, 2 Operculina, 1 Amphistegina. Als lokale Besonderheit erscheint nicht ganz selten Rot. Schröteriana.

Von Amboina ging das Schiff vom 11. Juni ab durch die Manipastrasse in die Pittpassage und nach Ceram. Es wurden im Mac Cluergolf grober Muschelsand, bei tieferen Lothungen in der Pittpassage grünlich-grauer Schlick aus dem Grunde gehoben.

Eine Probe von **Station 102** bei $2^{0}_{54.5}$ Südbreite, $127^{0}_{46.5}$ Ostlänge aus 3145 Meter Tiefe

ist graugrüner sandiger Mergel, welcher in Wasser sehr wenig zerfällt, dabei ziemlich viele Foraminiferenschalen, meist Fragmente und stark angegriffen, frei werden lässt. Die erhaltenen kleinen Gehäuse sind in Mulm eingebettet. Man zählt etwa 350 Foraminiferen, 10 Radiolarien auf eines Quadratcentimeters Fläche, auch Spongolithen und Diatomeen finden sich.

Von Foraminiferenarten sind 1 Biloculina, 1 Haplophragmium, 1 Spiroplecta, 1 Textularia, 3 Bolivina, 1 Rhabdogonium, 1 Uvigerina, 1 Cassidulina, 2 Lagena, 2 Nodosaria, 1 Orbulina, 1 Pullenia, 2 Sphaeroidina, 9 Globigerina, 2 Anomalina, 1 Discorbina, 4 Truncatulina, 6 Pulvinulina, 2 Nonionina aufgefunden worden. Im II. Theil der Forschungsreise ist diese Probe Seite 97 beschrieben.

Nördlich von Ceram, **Station 103**, bei 2° 37.5 Südbreite, 129° 19.5 Ostlänge aus 832 Meter Tiefe, kommende Probe ist getrocknet zu Brocken agglutinirter, feinkörniger, hellgrauer Schlamm. Die in Wasser zerfallende Masse besteht vorzugsweise aus Bruchstücken grösserer Foraminiferen. Die Schalen und Schalenfragmente von Foraminiferen sind auffallend stark angegriffen. Es lassen sich von Foraminiferen auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 280, daneben 10 Radiolarien zählen. Aufgefunden wurden als Arten 1 Verneuilina, 1 Gaudryina, 2 Bolivina, 2 Bulimina, 2 Cassidulina, 2 Uvigerina, 1 Polymorphina, 1 Chilostomella, 1 Allomorphina, 2 Lagena, 1 Rhabdogonium, 1 Nodosaria, 1 Orbulina, 1 Pullenia, 2 Sphaeroidina, 8 Globigerina, 2 Discorbina, 2 Anomalina, 4 Truncatulina, 6 Pulvinulina, 2 Rotalina, 2 Nonionina.

Diese und die folgende Probe sind im II. Theil der Forschungsreise Seite 98 beschrieben.

Eine von **Station 104** nordöstlich von Ceram bei 2° 42.5 Südbreite, 130° 46 Ostlänge aus 1820 Meter Tiefe genommene Probe ist getrocknet hellgrauer feiner Mergel. In Wasser dunkelt sie mit einem Stich ins Grünliche, zerfällt wenig. Die hiebei sich abhebenden Foraminiferen erscheinen dem unbewaffneten Auge als porzellanweisse Körner. Zwischen zahlreichen Bruchstücken, welche durch Abreibung und Angegriffensein mehr oder minder stark gelitten haben, treten jugendliche, wenig angegriffene Gehäuse auf. Es lassen sich von erhaltenen Foraminiferen auf eines Quadratcentimeters Fläche neben seltenen Spongolithen, 7 Scheibendiatomeen, 5 Radiolarien, etwa 25 Foraminiferen auffinden. Von Arten sind 1 Biloculina, 1 Spiroloculina, 2 Pullenia, 3 Globigerina, 1 Pulvinulina zu nennen.

Am 21. Juni wurde die Insel Pinon erreicht, 1° 46 Südbreite, 131° 5 Ostlänge, und am 22. lief das Schiff in die Galewostrasse ein. Die Lothungen ergaben 32 bis 55 Meter Tiefe von Segaar-Bai bis Pinon. Eine Probe von Galewostrasse — 2 bis $3^1/_2$ Meter Tiefe — ist nicht näher bezeichnet hinsichtlich der Stelle, welcher die Probe entnommen worden. Getrocknet erscheint sie als grünlich-grauer Sand, zum Theil in Brocken, welche grösseren Theils in Wasser zerfallen, aber nicht vollständig sich zertheilen. Die mitgetheilte Probe hat keine Stationsnummer und wird hier mit **Station 104 a** eingereiht. Die mineralogische Beschreibung der Probe ist im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle Seite 98 gegeben. Auf eines Quadratcentimeters Fläche kann man etwa 20 Foraminiferen und 2 Radiolarien finden. Von Foraminiferenarten sind vertreten 2 Miliolina, 1 Spiroloculina, 1 Cornuspira, 1 Lagena, 2 Bolivina, 1 Globigerina, 2 Truncatulina, 1 Discorbina. Vorherrschend sind fragmentäre Schalen.

Die Anachoreteninseln bei 0° 53 Südbreite und 145° 33 Ostlänge sind Koralleninseln, von Riffen umgeben. Der Sandstrand einer Stelle erwies sich bestehend aus Fragmenten von Korallen, Muscheln, Schalen einer grossen, flachen Orbitulina.

Von der Galewostrasse nach den Anachoreten und nach Neuhannover wurde gelothet in **Station 105** bei 0° 5 Südbreite, 132° 29 Ostlänge, aus 4389 Meter Tiefe, **Station 106** bei 0° 30 Nordbreite, 134° 19 Ostlänge aus 4535 Meter Tiefe, **Station 107** bei 0° 11 Nordbreite, 139° 27 Ostlänge aus 2798 Meter Tiefe, **Station 108** bei 0° 0 Nordbreite und 142° 15 Ostlänge aus 3219 Meter Tiefe, **Station 109** bei 2° 25 Nordbreite und 147° 30 Ostlänge, **Station 110** bei 0° 7 Nordbreite, 151° 1 Ostlänge.

Eine Probe von **Station 105** ist getrocknet hellgrauer, feiner Mergel, welcher in Wasser nur theilweise zerfällt, dem nicht bewaffneten Auge auf dem Bruche ein sehr gleichmässiges Gefüge bietet, aus welchem keinerlei Schalen oder weisse Punkte sich abheben. Im Sehfeld des Mikroskopes erscheint die Masse zusammengesetzt aus kleinen und kleinsten farblosen oder farbigen Splitterchen, welche frei liegen oder zusammengeballt, einzeln für sich die verschiedensten unregelmässigen Formen zeigen. Foraminiferen wurden in dieser Probe nicht gefunden.

Von **Station 107**, nördlich von Neuguinea, bei 0^{0} 11 Nordbreite und 139^{0} 27 Ostlänge wurden am 21. Juli 1875 aus 2798 Meter Tiefe eine Probe entnommen, welche getrocknet als hell röthlichgrauer Globigerinenschlamm sich zeigt, in welchem auf der Bruchfläche kleine Schalen und Schalenbruchstücke von Foraminiferen sich abheben. In Wasser zerfällt die Probe in Schollenmulm. Unter den vielen Schalenfragmenten finden sich nicht so zahlreich und in Mulm gehüllt kleinere Gehäuse von Foraminiferen. Auffallend häufig treten porzellanschalige Pullenien auf. Die Schalenfragmente sind meist sehr stark angegriffen. Auf eines Quadratcentimeters Fläche zählt man etwa 100 Foraminiferen und 25 Radiolarien. Die Foraminiferenarten sind wenige — ausser der erwähnten Pullenia noch öfter Hastigerina, 5 Globigerina, 3 Pulvinulina.

Der II. Theil der Forschungsreise beschreibt Seite 98 diese Probe und die folgende.

Von **Station 108** bei 0^{0} 04 Nordbreite, 142^{0} 15 Ostlänge, aus 3219 Meter Tiefe stammt eine Probe, welche getrocknet röthlich-hellgrauen Mergelschlamm darstellt. Auch bei dieser Probe heben von der Grundmasse, wenn sie in Wasser liegt, dem unbewaffneten Auge auffällige Foraminiferen wie Porzellankörner sich ab, während die Masse sich dunkel färbt. Die in Wasser zerfallende Substanz ist Mulm, in welchem Foraminiferen und Radiolarien zahlreich eingehüllt sind. Es lassen sich auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 380 Foraminiferen und ebensoviele Radiolarien zählen. Von Foraminiferenarten wurden 1 Miliolina, 1 Lagena, 1 Orbulina, 1 Sphaeroidina, 1 Hastigerina, 4 Globigerina, 2 Pulvinulina aufgefunden.

Von den Stationen 109 bis 115 ist keine Probe mitgetheilt worden. Am 19. September 1875 wurde nordöstlich von Australien in **Station 116** bei 22^{0} 21 Südbreite, 154^{0} 17.5 Ostlänge in 951 Meter Tiefe mit dem Grundnetz gefischt und sandiger Schlamm mit zahlreichen Foraminiferenschalen und Schalen von Pteropoden geschöpft. Eine Probe von da ist getrocknet wie Kreide, zerfällt in Wasser und gibt geschüttelt milchige Trübung. Die Masse erweist sich im Sehfeld des Mikroskopes als ein Gemenge mulmiger Fetzen, welche zahlreiche Schalenfragmente und gut erhaltene Schalen von Foraminiferen, kleinen Conchylien, Pteropoden einschliessen. Bei dem vorwaltend fragmentären und vielfach stark angegriffenen Zustande der grösseren Schalenstücke überrascht es, die zarten kleineren Formen, wenn man sie von der Mulmhülle frei gemacht hat, sehr gut erhalten zu finden. Diese Mulmhülle hat aber auch die mineralogischen Splitter umschlossen. Von gut erhaltenen Foraminiferenschalen kann man auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 800, von Pteropoden 20, Radiolarien 8, Ostrakoden 2 zählen.

Von Foraminiferenarten finden sich 1 Verneuilina, 1 Bolivina, 2 Gaudryina, 1 Textularia, 2 Bulimina, 1 Uvigerina, 4 Lagena, 1 Orbulina, 2 Sphaeroidina, 8 Globigerina, 3 Discorbina, 1 Spirillina, 1 Anomalina, 5 Truncatulina, 3 Pulvinulina.

Im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle ist Seite 99 diese Probe nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung geschildert, ebenso die nächstfolgende.

Zwischen Brisbane und Neuseeland wurde am 25. Oktober 1875 in **Station 118** bei 33^{0} 40 Südbreite und 166^{0} 28 Ostlänge in 2789 Meter Tiefe weisser Globigerinenschlamm gelothet. Eine Probe wurde nur als geschlämmter Rückstand mitgetheilt, von welchem die grösseren Formen getrennt sind. Die zufällig in diesem Rückstand zu findenden Foraminiferenschalen grösseren und mittleren Umfangs sind vielfach beschädigt. Auch die kleineren Gehäuse sind sehr stark angegriffen und vielfach gebrochen, alle aber sind in Schlickmulm gehüllt. Wenn man den Mulm zertheilt und die Masse in Glycerin beobachtet, so kann man auf eines Quadratcentimeters Fläche 1200 Foraminiferen berechnen. Auch Radiolarien kommen vor.

Von Foraminiferenarten wurden erkannt 1 Bolivina, 1 Virgulina, 1 Cassidulina, 1 Orbulina, 1 Sphaeroidina, 2 Pullenia, 4 Globigerina, 1 Discorbina, 4 Pulvinulina.

Von den Lothungen der **Stationen 119** bis **122**, westlich und nördlich der Nordspitze von Neuseeland wurde keine Probe mitgetheilt, auch nicht von Station 123 und 124.

Station 123 bei 35° 21 Südbreite, 175° 40 Ostlänge brachte mit dem Grundnetz aus 1092 Meter Tiefe grauen Muschelsand mit Glasschwämmen, Moosthierchen, Seesternen, Rindenkorallen.

Station 124 bei 33° 16.2 Südbreite, 176° 25.7 Ostlänge in 2707 Meter Tiefe und — 1° 9 Temperatur, ebensolche Temperatur in 2926 Meter Tiefe **Station 126** bei 28° 21.8 Südbreite, 179° 40.4 Ostlänge. **Station 125** gab bei 30° 52.8 Südbreite und 177° 5.5 Ostlänge in 4151 Meter 2° Temperatur.

Die Probe von **Station 125** ist getrocknet hellröthlicher feiner Schlamm, welcher in Wasser zerfällt und dabei sich dunkler färbt. Im Sehfeld des Mikroskopes erweist sich die Masse als ein feinstes Gemenge von Mineralsplitterchen und sehr winzigen Schollen, zwischen welchen nur kleine und schlecht erhaltene Foraminiferen eingeschlossen liegen. Es lassen sich auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 20 Foraminiferen, 5 Radiolarien, 2 Scheibendiatomeen zählen.

Von Foraminiferenarten sind gefunden: 1 Orbulina, 1 Sphaeroidina, 2 Globigerina, 3 Pulvinulina, 1 Rotalina.

Die mineralogische Schilderung ist im II. Theil der Forschungsreise Seite 99 gegeben für die Stationen 125 und 127.

Am 22. November 1875 wurde gelothet in **Station 127**, südlich von den Fidschiinseln, bei 23° 24 Südbreite, 179° 17 Ostlänge, in 3200 Meter Tiefe. Eine Probe von daher ist getrocknet röthlich-weisser Schlamm, zerfällt in Wasser und lässt dabei, dunklere Färbung annehmend, zahlreiche Foraminiferengehäuse frei werden. Spongolithen sind selten. Die Masse erweist sich im Sehfeld des Mikroskopes als feiner Detritus, dessen Körnchen in Form unregelmässig, in ihrer Grösse sehr verschieden sind. Man zählt auf eines Quadratcentimeters Fläche ungefähr 1600 Foraminiferen und 50 Radiolarien. Die Foraminiferenschalen sind der Mehrzahl nach rauher als sie sonst getroffen werden, auch stecken sie dicht in Mulm gehüllt.

An Foraminiferenarten wurden gefunden 2 Biloculina, 1 Gaudryina, 1 Bolivina, 1 Uvigerina, 3 Lagena, 1 Orbulina, 3 Pullenia, 2 Sphaeroidina, 1 Hastigerina, 1 Candeina, 2 Discorbina, 1 Truncatulina, 8 Pulvinulina, 1 Rotalina, 1 Nonionina.

Von **Station 128** bei Insel Matuku ist keine Probe mitgetheilt.

Es wurde am 5. Dezember 1875 in **Station 129** gelothet, bei den Fidschi-Inseln, in 15° 53 Südbreite, 178° 11 Ostlänge und 2432 Meter Tiefe. Die Probe besteht aus hellröthlich-braunem, feinem Sand, welcher wie Löss aussieht, in Wasser dunkleres Braun annimmt, wenig zerfällt, dabei grössere Foraminiferengehäuse auslöst. Es finden sich auch kleine Pflanzenstücke, zum Theil verkohlt, mit eingebettet. Die Masse erweist sich im Sehfeld des Mikroskopes grösstentheils aus Mineralstückchen gebildet, welche mit Conchylien- und Foraminiferenschalenfragmenten in Mulm gehüllt liegen. Der Mulm löst sich schwer von der Oberfläche der Foraminiferengehäuse. Man trifft auf eines Quadratcentimeters Fläche nebst wenigen Spongolithen von erhaltenen Foraminiferen etwa 410, Radiolarien 110, Scheibendiatomeen 10. Auffallend zahlreich sind unter den mineralogischen Stückchen Lavaglassplitter. Von Foraminiferenarten sind aufgefunden worden 1 Miliolina, 2 Bolivina, 2 Lagena, 1 Orbulina, 2 Sphaeroidina, 1 Pullenia, 1 Hastigerina, 11 Globigerina, 1 Discorbina, 2 Truncatulina, 3 Pulvinulina, 2 Nonionina. Es muss noch erwähnt werden, dass auch nach der Individuenzahl die Globigerinen vorherrschen. Ferner fällt von dieser Fundstätte auf, dass von den Globigerinen die kleineren Gehäuse fast durchgehend rauhere Porenumwallung und häufigere Bedeckung mit Stacheln beobachten lassen.

Die mineralogische Untersuchung ist nach ihren Ergebnissen im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle Seite 100 geschildert.

Zwischen den Fidschi- und Samoa-Inseln in **Station 130** bei 14° 52.4 Südbreite, 175° 32.7 Westlänge schöpfte aus 1655 Meter Tiefe das Grundnetz feinkörnigen, graugelben Schlamm mit Spongiennadeln, Radiolarien, grünlichen, glasartigen Gesteinssplittern, Foraminiferen- und Pteropodenschalen nebst erbsen- bis faustgrossen Bimssteinstücken. Die zur Untersuchung übergebenen Probetheile sind Schlämmmasse, gebildet aus Foraminiferengehäusen und Mineralsplittern. Letztere sind ausschliesslich Bimssteinstückchen. Es ist nicht zu zweifeln, dass das, was als Schlämmrest gegeben wurde, aus Bimssteinknollen ausgewaschen wurde. Von Foraminiferenarten fanden sich 1 Spiroloculina, 1 Trochammina, 1 Verneuilina, 1 Bolivina, 2 Textularia, 1 Uvigerina, 2 Lagena, 1 Orbulina, 2 Sphaeroidina, 1 Hastigerina, 1 Candeina, 13 Globigerina, 1 Anomalina, 4 Truncatulina, 4 Pulvinulina, 2 Rotalina, 1 Nonionina.

Bemerkenswerth ist, dass Globigerinen und Hastigerinen mit gut erhaltenen Stacheln ziemlich häufig sich finden. Die Bimssteinknollen aus den Stationen 129, 130, 132 sind in dem II. Theile der Forschungsreise der Gazelle Seite 101 beschrieben.

In **Station 131** bei Vavu wurde in 933 Meter Tiefe gelothet, **Station 132** bei 17° 4.6 Südbreite, 172° 53 Westlänge in 2880 Meter Tiefe, in **Station 133** ziemlich nahe der Samoagruppe in 4755 Meter Tiefe, in **Station 134** am 31. Dezember 1875 bei 18° 24 Südbreite, 168° 27 Westlänge, in 5002 Meter Tiefe. Letztere Lothung förderte dunkelbraunen Thonschlamm aus dem Meeresboden herauf.

Eine Probe, die Nummer 135 tragend, mit Angabe von 22° 57 Südbreite und 165° Westlänge, war nur als einziger am Rande des Glases haftender Ausgussrest zur Untersuchung gekommen. Diese Spuren einer Probe dürften von **Station 135** stammen aus 5011 Meter Tiefe. Sie waren festgetrockneter brauner Thon, der gedrückt staubig zerfällt, in Wasser sich nicht löst. Von Foraminiferen oder anderen organischen Gebilden zeigt sich keine Spur.

In **Station 136** wurde am 4. Januar 1876 bei 25° 50 Südbreite und 161° 42 Westlänge aus 5084 Meter Tiefe brauner Thonschlamm gelothet. Im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle ist Seite 101 eingehende Schilderung hierüber gegeben.

Am 8. Januar 1876 lothete man in **Station 137** aus 4956 Meter Tiefe bei 31° 42.8 Südbreite, 155° 46 Westlänge, braunen Thonschlamm, welcher als trocken gebackene Probe in Wasser sich wohl dunkler gefärbt zeigt, aber nicht zerfällt. Geschüttelt geben die Brocken an das Wasser feinen Schlamm ab. Dieser zeigt sich im Sehfeld des Mikroskopes als ein Aggregat feinster Körnchen und Splitter mineralischer Art. Von organischen Einschlüssen ist nur sehr wenig zu entdecken. Globigerina bulloides, pachyderma, glutinans, Sphaeroidina bulloides sind als vereinzelnte Vorkommnisse zu constatiren, häufiger, aber im Ganzen doch auch selten, finden sich stark angegriffene Schalenbruchstücke von Foraminiferen. Auf Seite 104 des II. Theils der Forschungsreise der Gazelle ist diese Probe unter Nummer 76 beschrieben.

Von der **Station 138** wurde keine Probe mitgetheilt.

Eine Probe, welche die Bezeichnung der Lothung vom 14. Januar 1876 **Station 139** bei 42° 35.9 Südbreite, 149° 41.5 Westlänge aus 4755 Meter Tiefe trägt, ist leider nur ein winziger Rest — aus dünnem Beschlag der Glasinnenfläche durch Schlämmmasseablauf erzeugt.

Der „Reisebericht“, I. Theil der Forschungsreise der Gazelle, erwähnt Seite 278, dass von den Samoa-Inseln bis **Station 140**, bei 45° 36.6 Südbreite und 141° 11.4 Westlänge an sieben Stationen die Lothungen fast durchgängig 5000 Meter, in Station 140 selbst 5066 Meter Tiefe zeigten, und dass die heraufgebrachten Proben wenig von einander verschieden waren, aus braunem Thonschlamm bestanden, welcher hin und wieder mit Foraminiferen gemengt war. Eine nach dem mikroskopischen Befund ganz gewiss zu Station 140 gehörige Probe wurde als zweite Sendung Nummer 30, angeblich von 45° 35 Südbreite und 136° 27 Westlänge stammend, im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle Seite 104 als Meeresgrundprobe Nummer 30 beschrieben. Getrocknet erscheint die Probe als hellbrauner Thon. Derselbe zerfällt, sich dunkler färbend, in Wasser nur wenig und trübt letzteres selbst bei stärkerem Schütteln nur wenig. Wenn man die durchtränkten Stücke etwas drückt,

zerbröckeln sie, und es fallen Foraminiferenschalenbruchstücke, als Seltenheiten unbeschädigte Foraminiferengehäuse heraus. Mehr oder weniger sind auch diese angegriffen. Von Diatomeen und Spongolithen zeigen sich Rudimente. Nebst einigen Radiolarien konnten von Foraminiferenarten 1 Lagena, 1 Sphaeroidina, 2 Globigerina, 2 Truncatulina erkannt werden.

Die Stationen 141—144, von Station 140 quer durch den Stillen Ocean bis zur Magelhaens-Strasse, constatirten 4465, 3658, 4691 und 4279 Meter Tiefe. Eine Probe von **Station 141** ist getrocknet weiss mit leichtem Stich in's Röthliche, bricht wie Kreidemehl, zerfällt in Wasser in Mulm und Schalentrümmer. Der Mulm besteht aus zarten kleinsten Schollen und unregelmässigen Körnchen. Die Gehäuse der Foraminiferen sind meistens zerbrochen, die Bruchstücke mehr oder minder angegriffen. Zwischen diesen Trümmern und zum Theil von Mulm eingehüllt finden sich auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa 110 Foraminiferen, 10 Radiolarien, 5 Scheibendiatomeen.

Von Foraminiferenarten wurden in der Probe aufgefunden 2 Lagena, 1 Pullenia, 1 Orbulina, 6 Globigerina, 2 Truncatulina, 3 Pulvinulina, 3 Rotalina. Im II. Theile der Forschungsreise der Gazelle Seite 105 ist diese Probe unter Nummer 79 beschrieben.

Eine Probe von **Station 142**, aus 3658 Meter Tiefe bei 46^{0} 5 Südbreite, 119^{0} 22 Westlänge, ist getrocknet festgebackener Schlamm, wie von Kreidemehl, zerfällt in Wasser rasch zu kleinkörnigem Brei, welcher im Sehfeld des Mikroskopes sich aus unzählbaren kleinsten Splitterchen und unregelmässigen Schollenstückchen gebildet zeigt. Kleine, jugendliche Foraminiferengehäuse finden sich in grosser Anzahl, Schalensplitter verschiedenster Abstammung liegen zwischen den Körnern und Foraminiferen. Es wurden auf der Fläche von einem Quadratcentimeter etwa 800 Foraminiferen als Globigerinen und Rotalinen, dann 80 Radiolarien und 10 Scheibendiatomeen gezählt. Von Foraminiferen sind Globiger. bulloides, Pullenia obliqueloculata, Sphaeroidina bulloides, Orbulina universa die häufigeren.

Von Foraminiferenarten wurden aufgefunden 1 Virgulina, 2 Lagena, 1 Orbulina, 1 Sphaeroidina, 2 Globigerina, 1 Pullenia, 2 Pulvinulina.

Der II. Theil der Forschungsreise der Gazelle gibt Seite 105 die mineralogische Beschreibung dieser und der nächsten Probe.

Eine Probe von **Station 143** aus 4690 Meter Tiefe, bei 47^{0} 30 Südbreite und 92^{0} 53 Westlänge ist getrocknet röthlich-graubrauner Staub mit festgebackenen Stückchen. Diese zerfallen in Wasser sofort zu feinkörnigem Sand und thonigem Mulm. Nach einigem Schütteln scheiden sich reichlich Stücke von Schalen aus, welche wie Foraminiferengehäuse aussehen, bei genauer Untersuchung aber fast nur Trümmerstückchen von Conchylienfragmenten sind. Die staubartig zerfallende Masse besteht aus lauter feinen und feinsten Körnchen eines Detritus, welcher die verschieden stark angegriffenen Foraminiferen-Bruchstücke mulmig verhüllt und verkrustet. Jugendformen der Globigerinen finden sich in leidlichem Zustande, die Gehäuse der mehr rotalinen Formen sind meist schadhaft. Von erhaltenen Foraminiferen kann man etwa 25 zählen auf eines Quadratcentimeters Fläche, Radiolarien überwiegen (75) bedeutend, auch Scheibendiatomeen (5 auf 1 Quadratcentimeter) sind nicht selten.

Aus 4280 Meter Tiefe in **Station 144** bei 51^{0} 41 Südbreite, 80^{0} 30 Westllänge, westlich von der Südspitze Amerika's, entnommene Probe ist getrocknet hellgrauer Mergel, welcher fast mehlige Bruchfläche zeigt. Foraminiferengehäuse oder Schalenstücke von solchen heben sich von der Masse als weisse Körner ab. In Wasser zerfällt die Probe sehr langsam und unvollständig, verfärbt sich dabei nur wenig in's Dunkle. Die erweichte, zerdrückte Masse bietet sich auf dem Objektträger des Mikroskopes als splitterig zerrissener Detritus, in Körnchen und Nadeln zerfallend, welche zwischen farblosen oder gelblichen Schollchen frei werden. Von Spongolithen finden sich Spuren. So zahlreich die Schalenbruchstücke von Foraminiferen sind, so selten sind gut erhaltene, nicht beschädigte Gehäuse. Zarte, kleinste Jugendformen kommen selten vor. Ein Zahlenverhältniss der Häufigkeit des Foraminiferenvorkommens lässt sich bei dem Ueberwiegen der zahlreichen Foraminiferenbruchstücke nur annähernd feststellen. Es mögen auf eines Quadratcenti-

meters Fläche ungefähr 30 Foraminiferen, 15 Radiolarien, 3 Scheibendiatomeen vorkommen. Von Foraminiferen sind Globigerinen die häufiger gefundenen.

Die nähere Beschreibung der Probe ist im II. Theil der Forschungsreise auf Seite 106 gegeben.

Auf **Station 146** wurde das Grundnetz mit der Lothung hinabgelassen, es brachte kleine Steine und Muschelfragmente, Quallenpolypen, rosenrothe Rindenkorallen, Seewalzen, Moosthierchen im Sea Reach, dem westlichsten Theil der Magelhaensstrasse.

Station 147 bei Ponta Arenas brachte nur Temperaturmessungen. Proben dieser Stationen wurden nicht mitgetheilt.

In gerader Richtung steuerte die Gazelle von der Magellansstrasse nach Montevideo mit antarktischer Strömung, wie sich aus der Temperatur des Wassers = 12.9 und 13.6° an der Oberfläche und 8.4 und 6.7° in 110 und 115 Meter Tiefe, dann aus dem geringeren specifischen Gewicht dieses Wassers entnehmen liess.

In **Station 148** wurde bei 47° 1.5 Südbreite und 63° 30 Westlänge aus 115 Meter Tiefe grünlich-grauer Sand mit ganzen und zerbrochenen Muschelschalen gehoben. Eine daher mitgetheilte Probe ist ein schmutzig grünlich-grauer Sand, welcher aus Mineralstückchen besteht und nur sehr wenige organische Formen einschliesst. Nebst einigen Echinodermenstacheln als Seltenheiten Cassidulina subglobosa, Parkeriana, Uvigerina pygmaea, Pulvinulina elegans.

Im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle ist Seite 84 die mineralogische Beschreibung dieser und der nächstfolgenden Probe gegeben.

Eine Probe von **Station 149** bei 43° 56 Südbreite, 60° 52 Westlänge, aus 109 Meter Tiefe ist graugrüner, lockerer Sand. Dieser besteht aus Mineralkörnchen verschiedenster Form und Färbung. Nebst einem Squalus-Zähnchen fanden sich einige Ostrakodenschalen, ganz wenige Foraminiferen, darunter Uvigerina pygmaea, Cassidulina subglobosa.

In **Station 150**, unmittelbar vor der Laplatamündung, hatte die Oberfläche des Wassers 19.3°, die Tiefe in 46 Meter 17.8° Wärme. Das Grundnetz hob schwarzgrauen Sand und Muschelschalen aus der Tiefe. Eine Probe daher ist lockerer, graugrüner Sand, besteht aus kleinen und kleinsten mehr oder weniger abgeriebenen Mineralstückchen, schliesst kleine Conchylien, Balanenstücke, aber sehr wenige Foraminiferen ein, Miliolina seminulum, ? Orbitulites.

Von **Station 151**, unmittelbar vor der Mündung des La plata, bei 36° 48 Südbreite und 55° 35 Westlänge, aus 46 Meter Tiefe stammt eine Probe, welche ungleich körniger Sand ist, fast gar keinen Sandstaub absetzt, verhältnissmässig ziemlich grosse Muschelschalensplitter nebst zahllosen kleinen Splitterchen von Mineralstücken enthält. Letztere sind wenig abgerundet. Von Foraminiferen fanden sich nur drei Arten von Miliolina als Seltenheiten.

Von **Station 152** bei 39° 36 Südbreite, 57° 50 Westlänge aus 80 Meter Tiefe gewonnene Probe ist ein schmutzig-grauer Sand, welcher aus Mineralkörnern gebildet wird, deren Form, Farbe und Grösse sehr ungleich ist. Von Foraminiferen wurden als seltene Einschlüsse eine Uvigerina und eine Truncatulina gefunden. Die mineralogische Beschreibung ist im II. Theile der Forschungsreise unter Nummer 14 als Meeresgrundprobe Nummer 37 auf Seite 83 mitgetheilt.

In gerader Richtung nach Osten von Montevideo ab wurde in **Station 154** bei 34° 36 Südbreite und 49° 46 Westlänge, in 3429 Meter Tiefe gelothet. Eine Probe von daher ist getrocknet ein grauer, feiner Mergel, welcher in Wasser dunklere Färbung annimmt, rasch zerfällt und geschüttelt feinen Schlamm absetzt. Mikroskopisch erweist sich die Masse gebildet aus feinsten Krümchen, Schollen, Körnern, Mineralsplitterchen und sehr stark angegriffenen Schalenbruchstücken von Foraminiferen. Spongolithen sind fast nur Bruchstücke und nicht viele. Erhaltene Foraminiferen finden sich nur wenige, auf eines Quadratcentimeters Fläche etwa sieben nebst 6 Radiolarien und 12 Scheibendiatomeen.

Im II. Theile der Forschungsreise der Gazelle Seite 83 ist diese Probe mineralogisch beschrieben.

Eine Probe von **Station 156**, bei 34^0 25.9 Südbreite, 31^0 52 Westlänge aus 4050 Meter Tiefe ist getrocknet blassröthlicher Kreideschlamm, welcher in Wasser zerfällt. Die Masse besteht aus Zerreibungsmulm und Foraminiferenbruchstücken. Mulmfetzen und feinste Körnchen zu Flocken geballt, wechseln mit zahlreichen Schalenbruchstücken von Foraminiferen und erhaltenen Schalen. Man zählt auf eines Quadratcentimeters Fläche ungefähr 400 erhaltene Gehäuse von Foraminiferen, nur ganz wenige Radiolarien und Spongolithen, noch weniger Diatomeen.

Von Foraminiferenarten sind 1 Biloculina, 1 Spiroloculina, 7 Lagena, 1 Virgulina, 1 Orbulina, 4 Globigerina, 1 Nonionina, 5 Pulvinulina vertreten.

Die mineralogische Beschreibung ist im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle Seite 84 gegeben.

Eine Probe von **Station 157**, bei 29^0 21 Südbreite, 26^0 1 Westlänge, aus 4782 Meter Tiefe, ist getrocknet rothbrauner Schlamm-Mergel, zerfällt in Wasser splittrig, nimmt dabei eine dunklere Färbung an, bei stärkerem Schütteln trübt sich das Wasser, sich noch mehr bräunend. Beim Zerfallen der Masse lösen sich weisse Foraminiferengehäuse — grösstentheils Bruchstücke — aus, im Sehfeld des Mikroskopes besteht die Masse, welche diese Bruchstücke einhüllt, aus feinsten zu Klümpchen zusammengeklebten Körnchen. Die erhaltenen Foraminiferengehäuse gehören den kleineren Formen an. Man zählt aber auch von diesen auf eines Quadratcentimeters Fläche nur etwa sechs.

Im II. Theil der Forschungsreise Seite 85 ist die Probe mineralogisch beschrieben.

Von **Station 158** bei 22^0 22 Südbreite, 25^0 27 Westlänge, südöstlich von Trinidad-Insel, aus 5170 Meter Tiefe gelothete Probe ist getrocknet festgebackener, brauner Schlamm, zerfällt in Wasser schollenbrüchig, nicht vollständig, färbt sich dabei etwas dunkler. Von organischen Gebilden finden sich Spongolithentrümmerchen als Seltenheit, Foraminiferen gar nicht.

Von **Station 159** nordöstlich von Trinidad bei 13^0 44 Südbreite und 25^0 42 Westlänge, aus 5618 Meter Tiefe stammender hellbrauner, feinkörniger Schlamm-Mergel zerfällt in Wasser, sich dunkler färbend, in feinste Krümchen und Schöllchen. Foraminiferen wurden nicht gefunden.

Die mineralogische Beschreibung der Proben von Station 158 und 159 ist im II. Theil der Forschungsreise der Gazelle Seite 85 und 86 gegeben.

Am 17. März 1876 wurde von der Gazelle in **Station 162** bei 3^0 26.7 Nordbreite und 25^0 59.2 Westlänge, nordöstlich von St. Paul, in 3839 Meter Tiefe gelothet. Eine Probe von daher ist getrocknet ein hellgrauer, körniger, anscheinend nur aus grösseren Foraminiferenschalen gebackener Mergel. In Wasser gelegt zerfällt er und im Sehfeld des Mikroskopes erweist er sich als sehr feiner Mulm, welcher eine Unmasse von Foraminiferengehäusen einschliesst. theilweise förmlich mit Mulm verkrustet. Man kann auf eines Quadratcentimeters Fläche ungefähr 1500 Foraminiferen zählen. Von Foraminiferenarten sind gefunden 1 Trochammina, 1 Virgulina, 1 Lagena, 1 Orbulina, 1 Pullenia, 7 Globigerina, 1 Truncatulina, 3 Pulvinulina. An den Gehäusen von Globigerinen fällt vielfach die rauhe Schalenoberfläche auf, auch macht sich eine schneckenhausförmige höhere Aufrollung mit nicht selten gleichzeitiger Unregelmässigkeit der Kammerlagerung als vorherrschend beim Aufbau bemerkbar.

Im II. Theile der Forschungsreise der Gazelle Seite 87 ist die mineralogische Beschreibung der Probe gegeben.

Beschreibung der Arten.

A. Dichtschalige Foraminiferen.

Nach dem von Brady mitgetheilten Schema von Rupert Jones werden jene porzellanschaligen Gehäuse, deren Schalengefüge dicht ist und der feinen Kanälchen entbehrt, als Arten dieser Haupt-Gruppe zusammen gestellt. Am reichhaltigsten und zahlreichsten sind nach Art und Individuen die Milioliden vertreten. Seltener sind Orbiculinen, ganz spärlich ist Peneroplis. Daktyloporen sind wegen ihrer mehr den Polyparien zuneigenden Bau- und Formverhältnisse nicht aufgenommen. Squamulina und Nubecularia werden am Schlusse der Reihe der dichtschaligen Foraminiferen angefügt.

Biloculina d'Orbigny.

Porzellanschalige Gehäuse, welche stets nur zwei sich gegenüberstehende Kammern erkennen lassen.

Biloculina irregularis hat zwar die Abtrennung in zwei Kammern, die Gegenüberstellung ist aber noch nicht die regelmässig symmetrische.

Bilocul. bulloides besitzt diese Regelmässigkeit, beide Kammern stehen, die letzte die vorletzte zum Theil umfassend, gegenüber, die Endigung beider Kammern zeigt — bei der Schlusskammer für die Einschliessung der Mündung, bei der vorletzten Kammer als Rudiment der Mündungsschnauze — eine knotige Vorragung. Bei *Biloc. tubulosa* ist dieser Kragen an beiden Kammern deutlich sichtbar, an der Schlusskammer überragt er den Schalenrand. *Bilocul. discus* reiht sich als schmale Form hier vermöge des Endrohres an.

Biloculina elongata ist eine Verlängerung der Bil. bulloides bei gleichzeitiger Rundung des Querschnittes und kräftiger Ausbildung eines Halsansatzes für die Mündung.

Biloculina ringens ist eine kräftig gewölbte, auch im Umriss der Rundung zuneigende Form mit querentwickelter Mündung. Aus dieser Art entsteht durch Verflachung zu mässiger Wölbung beider Schalen *Bil. depressa*, und in weiterer Verflachung bei scheibenrundem Umriss *Bil. laevis*. Wenn sich am Umriss der Biloc. depressa nach hinten vorspringende Hörner ansetzen, entsteht *Bil. murrhina*, wenn der Rand der Schlusskammer auch vorne knotige Ansätze zeigt, entwickelt sich *Biloc. nodosa*.

Biloculina irregularis d'Orbigny.

(Abb. Taf. I. 13. 14. 15.) Brady 140.

Nach Brady fossil aus dem Tertiär bekannt, lebend aus Tiefen von 640—2060 Meter von den Canar. Inseln, Sombrero, Pernambuco, Taiti, Fidschi, Papua, aus dem mittleren Atlantischen Ocean.

Gazelle: Kerguelen Stat. 55 a. 104 Met. selten; Westl. Australien Stat. 90. 359 Met. selten.

Das rundliche Gehäuse ist $0._{18}$ bis $0._{25}$ Millimeter hoch, besteht aus zwei sichtbaren Kammern, deren letzte die vorausgehende grossentheils umfasst. Im Umriss wölbt sich die vorletzte Kammer unsymmetrisch, wie ein theilweise abgeschnürter Bauch halb-

kugelförmig aus der Umklammerung der Schlusskammer heraus. Die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer auf der vorletzten breit reitend. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Biloculina bulloides d'Orbigny.

(Taf. I. 16—18.) d'Orbigny: Tableau méthodique des Céphalopodes. 1826.

Brady bezeichnet diese Art als häufig im nördlichen Atlantischen Ocean, als selten in den übrigen Meeren, die Tiefen schwanken zwischen 275 und 5000 Meter.

Gazelle: Kerguelen Stat. 50 — 3480 Met. selten; Neuguinea Stat. 102 — 3145 Meter selten.

Das Gehäuse hat rundlichen Umriss, die letzte Kammer greift mit ihrem Rande über die vorletzte über mit stumpfer Vorsprungskante. Beide Kammern sind stark gewölbt, etwas höher als breit, die Scheidewand drückt sich ringsum tief ein. Vorne und rückwärts hebt sich eine Schnabelverlängerung zwischen der vorletzten und der letzten Kammer in der Scheidewandvertiefung hervor, vorne zu einem Knopf erweitert, welcher die Mündung einschliesst. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Biloculina tubulosa Costa.

(Taf. I. 21—23.) Brady 147.

Costa hat diese Art beschrieben aus dem Pliocän von Lequile und Ischia als Varietät von Bilocul. bulloides. Brady führt sie aus 400 Meter Tiefe von Kandavu als lebende Art an.

Gazelle: Westaustralien Stat. 90 — 359 Met. selten.

Bei $0._{18}$ Millimeter Höhe und $0._{12}$ Breite zeigt das Gehäuse zwei Kammern, welche einander gegenüberstehen und durch einen tiefen und breiten Scheidungseinschnitt getrennt werden. Die letzte Kammer umfasst die vorletzte und ragt mit ihrem Rande weit über die vorletzte hinaus. Beide Kammern wölben sich bauchig und geben im Querschnitt zwei ungleich grosse Halbkugeln. Die letzte Kammer läuft nach vorne in einen röhrenförmigen Kragen aus, welcher als Mündung endet, nach hinten ragt das Rudiment eines solchen früheren Kragens der vorletzten Kammer am Umrisse als stumpfe Spitze etwas vor.

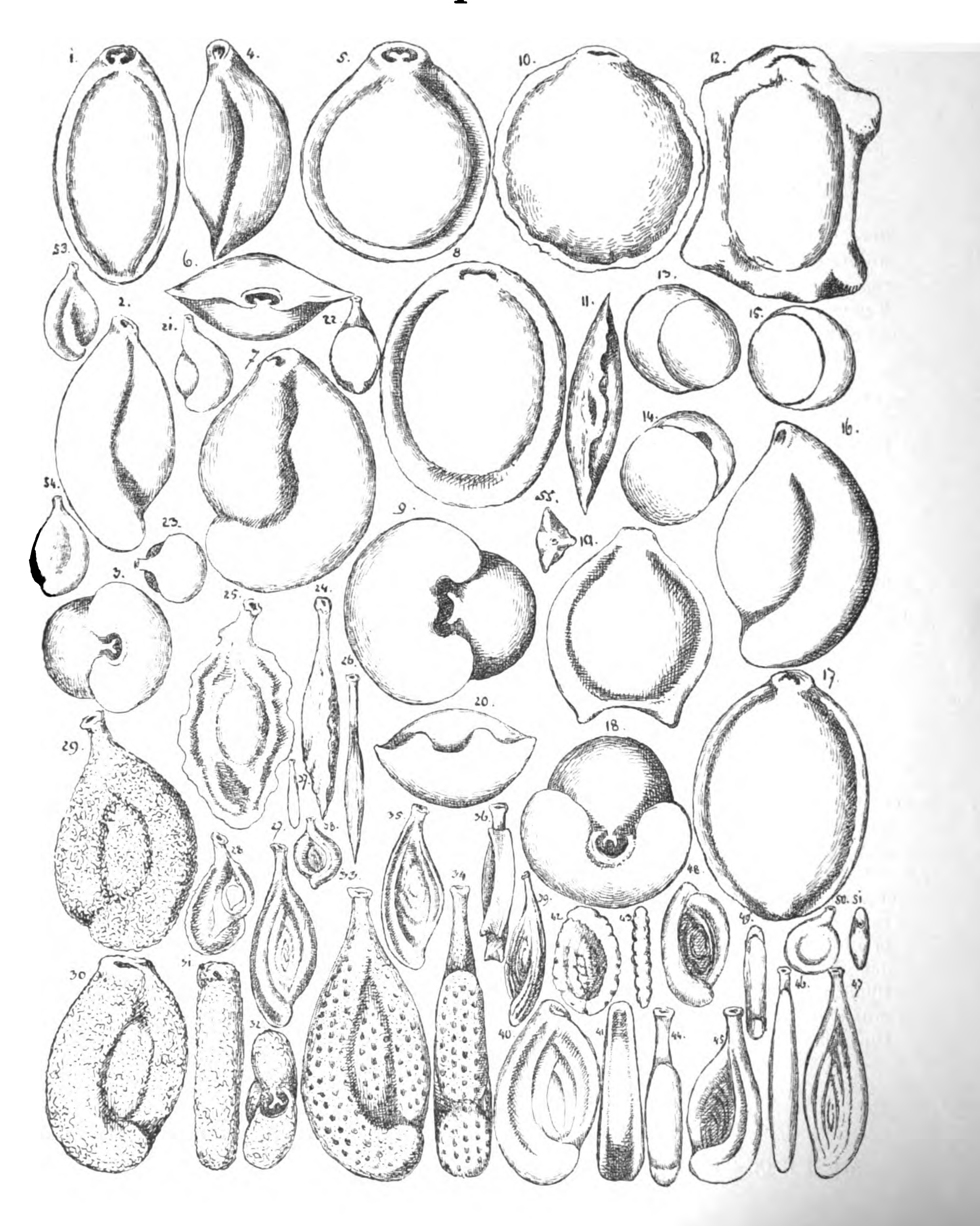
Biloculina discus n. sp.

(Taf. I. 50. 51.)

Gazelle: Westküste Afrika's Stat. 17 — 677 Met. selten.

Das scheibenrunde Gehäuse hat Discusform, läuft aber am Ende der letzten Kammer in einen sich frei abhebenden Kragen aus, welcher die Oeffnung birgt. Der Umriss ist im Uebrigen vollständig rund. Die Seitenflächen sind sehr wenig erhaben und fallen gegen den Kiel gleichmässig ab. Das Gehäuse zeigt nur zwei Kammern, welche sich mit dem Mündungskragen entgegengesetzt umfassen. Bei durchfallendem Lichte sieht man den Kragen der vorletzten Kammer sich, von der letzten Kammer umfasst, abheben. Die vorletzte Kammer bildet eine kreisrunde Scheibe, um welche die letzte Kammer sich als breiter Kiel anlegt. Die Kammernaht ist deutlich vertieft. Der Schalendurchmesser sammt dem Kragen erreicht $0._{10}$ Millimeter. Die Oberfläche ist glatt. Ob diese Jugendform Biloculina oder die Anfangsmündung eines Ophthalmidium ist, würde nur bei einer grösseren Anzahl von zur Vergleichung vorliegenden Schalen bestimmt erkannt werden. Die selbständige Ausbildung des Kragens spricht nicht für Ophthalmidium.

I



Tafel I.

Fig. 1 Bilocul. elongata von vorne,
„ 2 „ „ von der Seite,
„ 3 „ „ von oben,
„ 4 „ depressa von der Seite,
„ 5 „ „ „ vorne,
„ 6 „ „ „ oben,
„ 7 „ ringens „ der Seite,
„ 8 „ „ „ vorne,
„ 9 „ „ „ oben,
„ 10 „ laevis „ vorne,
„ 11 „ „ „ oben,
„ 12 „ nodosa „ vorne,
„ 13—15 „ irregularis,
„ 16 „ bulloides von der Seite,
„ 17 „ „ „ vorne,
„ 18 „ „ „ oben,
„ 19 „ murrhina „ vorne,
„ 20 „ „ „ unten,
„ 21 „ tubulosa „ der Seite,
„ 22 „ „ „ vorne,
„ 23 „ „ „ oben,
„ 24 Spiroloculina lamella von der Seite,
„ 25 „ „ „ vorne,
„ 26 „ acutimargo „ „
„ 27 „ „ „ der Seite,
„ 28 „ „ „ „ „
„ 29 „ arenaria „ „ „
„ 30 „ asperula „ „ „
„ 31 „ „ „ vorne,
„ 32 „ „ „ oben,
„ 33 „ foveolata „ der Seite,
„ 34 „ „ „ vorne,
„ 35 „ impressa „ der Seite,
„ 36 „ „ „ vorne,
„ 37 „ involuta „ „
„ 38 „ „ „ der Seite,
„ 39 „ grata „ „ „
„ 40 „ canaliculata „ „ „
„ 41 „ „ „ rückwärts,
„ 42 „ crenata „ der Seite,
„ 43 „ „ „ vorne,
„ 44 „ excavata „ vorne,
„ 45 „ „ „ der Seite,
„ 46 „ tenuis „ vorne,
„ 47 „ „ „ der Seite,
„ 48 „ tenuiseptata „ „ „
„ 49 „ „ „ vorne,
„ 50 Biloculina discus von der Seite,
„ 51 „ „ „ vorne,
„ 52 Miliolina tubulifera von oben,
„ 53 54 „ „ „ der Seite.

Biloculina elongata d'Orbigny.

(Taf. I. 1. 2. 3.) Brady 144.

Lebt in geringen Tiefen an den nördlichen Küsten der gemässigten Zone, in den Tropen geht sie tiefer. Ihr Vorkommen ist bekannt von allen Meeren.

Gazelle: Nördlich Ascension Stat. 25 — 2999 Met. selten; Südafrika Stat. 38 — 214 Met. selten; Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; zwischen Neu-Amsterdam und Australien St. 79 — 3548 M. selt.

Das mehr oder weniger verlängerteiförmige Gehäuse besteht aus zwei Kammern, welche aufrecht stehen. Die vorletzte wird von der letzten in der Weise umfasst, dass die vorletzte wesentlich kleiner erscheint, da sie weder seitlich noch nach vorne oder hinten bis an den Umriss reicht. Im Querschnitt zeigt die Schale zwei ungleiche Halbkugeln. Die Schale ist etwas breiter auf halber Höhe, verengt sich nach vorne und rückwärts. Die beiden sichtbaren Kammern werden durch einen tiefen Raum getrennt. Die Mündung ist ein halbmondförmiger Ausschnitt am Ende der letzten Kammer, in welchen die vorletzte mit einem Gabelzahn hineinragt. Die Länge des Gehäuses beträgt ungefähr $0._{60}$ Millimeter, die Breite fast halb so viel.

Biloculina ringens Lamarck.

(Taf. I. 7—9.) Brady 142.

Nach Brady kommt B. ringens fossil vom Eocän an in verschiedenen Tertiärlagern vor und lebend in allen Meeren und bis zu 5500 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 Met. selt.

Das Gehäuse ist bei $0._{60}$ Millimeter Länge zwetschgenförmig, zeigt zwei in aufrechter Stellung sich umfassende Kammern. Die letzte Kammer greift über die vorletzte mit stumpfkantigem, rundlichem Rande über. In der Seitenansicht bildet die Saumlinie zwischen beiden Kammern eine Sichelform. Der Querschnitt ist kugelig, aber in zwei ungleiche Hälften getheilt. Die Mündung ist ein am vorderen Ende der Schlusskammer etwas wulstig vortretendes Oval, welches einen mächtigen Gabelzahn birgt. Die Schalenoberfläche ist glatt.

Biloculina depressa d'Orbigny.

(Taf. I. 4—6.) Brady 145.

Beginnt nach Brady als Biloc. liassina im Lias und bildet nach diesem Autor eine Varietät der Biloculina ringens, mit welcher sie als lebende Form bis zu 5480 Meter Tiefe in allen Meeren angetroffen wird.

Gazelle: Cap Verden St. 10 — 3328 M. selt.; Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; St. 59 — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selt.; St. 87 — 915 M. selt.; St. 87 b — 1187 M. selt.; St. 92 — 5523 M. selt.; Neuguinea St. 104 — 1820 M. selt.; Fidschi St. 130 — 1655 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selt.

Scheibenrundes, auf beiden Seiten gewölbtes Gehäuse, läuft am Rande in einen ringsum schneidigen Kiel aus, welcher in einer trichterförmigen Erweiterung am vorderen Ende die Mündung birgt. Das Eigenthümliche dieser Art besteht darin, dass die letzte Kammer wie ein übergreifender Deckel über die vorletzte Kammer am Rande in der Art hinausragt, dass sich der Rand der vorletzten Kammer in den übergreifenden Rand der letzten Kammer wie ein flacher Saum einschmiegt. Die Oberfläche der Schale ist glatt, der Oeffnungstrichter ragt manchmal etwas verdickt vor. Die Form der Mündung ist ein breit liegendes Oval, in welchem der Mündungszahn sich zweiarmig ausbreitet.

Die Schalendurchmesser betragen $0._{40}$ bis $0._{70}$ Millimeter.

Biloculina laevis Defrance.

(Taf. I. 10. 11.) Brady 146.

Beginnt nach Brady im Pariser Tertiär, ist lebend bekannt bis zu 2220 Meter Tiefe im Nordatlantischen Meer und bei Papua.

Gazelle: Kerguelen Station 55 a — 104 M. mehrfach.

Scheibenform im Umriss, beide Seiten wenig gewölbt, aber fast gleich von der höheren Mitte gegen den schneidig dünnen Rand abfallend. Beide sichtbare Kammern fast gleich gross, die letzte nur wenig, theilweise gar nicht über die vorletzte übergreifend. Am vorderen Theile verdickt sich der Kiel und es erscheint da die breitgerundete, fast schlitzförmige Mündung eingebettet, mit einem Randwulst sich etwas heraushebend über den Kiel. Der Scheibendurchmesser geht bis $1._{0}$ Millimeter.

Von der sehr nahe stehenden Biloc. depressa unterscheidet die Flachheit des Gehäuses, der schmale Randsaum.

Biloculina murrhina Schwager.

(Taf. I. 19. 20.) Schwager: Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. 1866.

Nach Brady kommt diese von Schwager aus dem Pliocän beschriebene Art lebend vor in Tiefen bis zu 3470 Meter im nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Kerguelen St. 55 — 104 M. selt.; Neu-Amsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selt.

Die porzellanartig glänzende Schale ist fast scheibenrund im Umriss, auf beiden Seiten gewölbt, die kleinere, vorletzte Kammer ist, wie bei Bilocul. depressa, als Kugel bedeutend kleiner als die letzte Kammer. Diese greift bei $0._{50}$ Millimeter Scheibenhöhe ringsum mit ihrem Rande um $0._{06}$ Millimeter über die vorletzte Kammer hinaus und bildet damit einen scharfen, ringsum laufenden Kiel. Vorne verliert sich der Kiel in dem Mündungskragen, welcher als freier Rand vorsteht und den halbmondförmigen Zahn umschliesst. Das Eigenthümliche dieser Art ist, dass das hintere Ende in zwei symmetrisch gestellte, durch eine Unterbrechung der Kielschneide getrennte, Zacken ausläuft.

Biloculina nodosa n. sp.

(Taf. I. 12.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Diese Varietät der Biloculina depressa kennzeichnet sich im Wesentlichen durch ovale Form des Gehäuses, eine fast gleich starke Wölbung beider Kammern, deren letzte über die vorletzte wie bei Bil. depressa übergreift, sodass der Begränzungssaum beider Kammern um die Schale an deren Umriss herumläuft, wobei derselbe eigenthümlicher Weise zu symmetrisch gestellten Knotenvorsprüngen sich erhebt, welche je zwei an beiden Seiten, vorne und hinten vorragen. Von der Rückenfläche der letzten Kammer aus gesehen tritt der Knoten rechts vorne etwas rudimentär vor. Die Schale ist porzellanglatt, die Mündung sitzt am vordern Ende mit freistehendem, eine Mondsichel tragendem derbem Zahn. Die Schale ist $0._{58}$ Millimeter hoch, $0._{45}$ breit.

Spiroloculina d'Orbigny.

Wie Biloculina sich nur aus zwei sichtbaren, einander gegenüberstehenden Kammern gebildet zeigt, stehen auch bei Spiroloculina sich immer zwei Kammern gegenüber. Es umschliessen aber die folgenden Kammerpaare die vorausgehenden in der Weise, dass auf beiden Flächen der Gehäuse die Mittelkammern paarig gegenüberstehend sichtbar bleiben. *Spiroloc. tenuis* mit ihren gleichmässigen Kammern möchte als Typus gelten. Verengern sich die Kammern gegen den Kiel, so tritt *Spirol. acutimargo* mit ihren Varianten *invo-*

luta, *tenuiseptata* und *lamella* auf. Erweitern sich die Kammern zu seitlichen Randkanten, so erscheint *Spirol. excavata* mit rundem, *Spirol. canaliculata* mit ausgehöhltem Rücken, wenn die Kanten auch seitlich vortreten, kommt *Spir. impressa* zur Entwicklung. Bei *Spirol. grata* treten auf dem Rücken und auf den Seiten der Kammern mehrere Längsleisten auf.

Die Oberfläche der Kammern ist dichtkörnelig und grubig bei *Spiroloculina foveolata*, aus Cementfilz gebaute rauhschalige Arten sind die flache, eirunde *Spiroloc. asperula* und die in einen dünnen Hals auslaufende *Spiroloc. arenaria*.

Eine flache, im Umriss ovale Form, welche Cornuspira und Ophthalmidium nahe steht, ist *Spiroloc. crenata* mit gekerbten Kammern. Die eigenthümliche Kerbentheilung der Kammern tritt aber nicht immer ein, und *Spirol. complanata* ist wohl noch weniger eine Spiroloculina als crenata. Sie hat mit dieser zwar den Aufbau gemein, aber es fehlen ihr die Kerben ganz und gar.

Spiroloculina tenuis Czizek.

(Taf. I. 46. 47.) Cziczek — Beitrag zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Beckens. 1847.

Beginnt im Tertiär und findet sich nach Brady lebend in allen grossen Meeren in Tiefen bis zu 5300 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2641 M. selt.; St. 59a einige, b. selt. — 1485 M.; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 74 — 3966 Met. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 Met. selt.

Das zierliche Gehäuse hat bei $0._{25}$ Millimeter Länge $0._{06}$ Breite, wird aber auch länger. Die schlanke Gestalt bietet beiderseits ebene Flächen, verengt sich nach vorne in einen Mündungskragen, nach hinten zu einer seitlich verzogenen Eispitze. Die Kammern sind eng, gleichmässig gewölbt, am Rücken schmal gerundet. Die Mittelkammern sind sämmtlich sichtbar. Die Schalenoberfläche ist glatt.

Spiroloculina acutimargo Brady.

(Taf. I. 26—28.) Brady 154.

Diese Art findet sich nach Brady in Tiefen von 25 bis 2750 Meter im Atlantischen und Stillen Ocean.

Gazelle: Kerguelen St. 50 — 3480 M. selten; Neuamsterdam St. 59a und b — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Fidschi St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse erreicht $0._{35}$ Millimeter Höhe, ist flach, am Kiel stumpf bis scharfschneidig, aus schmalen Kammern gebildet, welche von vorne nach rückwärts durch eine stumpfe Kante halbirt sind, sodass die eine Hälfte dem äusseren, die andere dem inneren Kammerrande zuneigt. Die Schlusskammer umfasst die vorletzte Kammer hinten mit einem abgerundeten Ende, vorne läuft dieselbe in eine kurze Kegelspitze oder in einen zierlichen Kragen aus.

Unter verschiedenen Abweichungen von der typischen Form finden sich auch solche, welche (Figur I. 28) nach Art der Adelosina d'Orbigny's mit rundlichem Scheibenumriss den Körper darstellen, in regelmässiger Gegenüberstellung aber den Mündungskragen in dem Bauche der folgenden Kammer bergen.

Spiroloculina involuta nov. sp.

(Taf. I. 37. 38.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Diese Form ist wahrscheinlich jugendliche Varietät von Spiroloc. acutimargo. Das Gehäuse ist sehr flach, hat im Umriss eine Scheibenform, aus welcher nach vorne ein

dünner Kragen mit Lippenrand heraustritt, während das hintere Ende seitlich stumpfeckig eingebogen ist. Die Schale misst im Scheibendurchmesser $0._{08}$, im Durchmesser vom vorderen zum hinteren Ende sammt Kragen 0.13 Millimeter. Auf beiden letzten Kammern läuft von vorne nach hinten, der Bogenlinie der Kammer entlang, eine Kante, welche die Schalenmitte einhält und gegen den Rand sowie gegen die Schalenmitte flach abfällt. Ein scharfer Kiel bildet sich am Rande der Schale nicht. Die Mittelkammern sind kaum angedeutet in dem Felde, welches zwischen den zwei letzten Kammern den Raum ausfüllt.

Spiroloculina tenuiseptata Brady.

(Taf. I. 48. 49.) Brady 153.

Die nach Brady bisher bekannten Fundstätten sind die Ki-Inseln in 1000, Kandavu 1100, Mittelmeer 2000 Meter Tiefe.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.

Das Gehäuse ist bei $0._{23}$ Millimeter Höhe ein Oval, welches vorne und hinten sich etwas verschmälert, in den Seitenflächen sich einsenkt. Die vordere Endigung ist die kurze Abschrägung der Oeffnung am Schluss der letzten Kammer, vor welcher die vorletzte Kammer mit einem kolbigen Knie sich anlegt. Die Kammern sind in der Mitte am dicksten, und fallen gegen den Kiel und gegen den Saum der Vorwindung ab. Wo dieser Saum die Kammern trennt, hebt sich eine schmale Leiste empor. Die Brady'sche Zeichnung der Kielansicht gibt einen münzenartig breiten Rand. Das vorliegende Exemplar ist überhaupt schmäler und zeigt den Rand ohne besondere Schneide oder Kante.

Spiroloculina lamella nov. sp.

(Taf. I. 24. 25.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Diese Varietät von Sp. acutimargo ist ausgezeichnet durch einen sehr dünnen und flachen Kiel, welcher gleichsam aus zwei Blättern, den beiden Flächen der Kammern gebildet ist. Die Schale hat nur zwei Kammern, welche sich gegenüberstehen. Jede Kammer hat eine stumpfe Mittelkante, welche von vorne nach hinten verläuft, gegen den Kiel und gegen die Mitte der Schale abfällt. Der Saum der letzten Kammer umfasst die vorletzte Kammer in der Mitte nicht ganz, sondern lässt den Mitteltheil der vorletzten Kammer als Centralscheibe frei. Die letzte Kammer endet vorne in einen dünnen, seitlich abgeflachten, vorne gerade abgeschnittenen Kragen. In entgegengesetzter Richtung zeigt die vorletzte Kammer denselben Kragen, besonders im durchfallenden Lichte, aber der Kiel der letzten Kammer umfasst diesen Kragen der vorletzten Kammer. Die Schale hat $0._{44}$ Millimeter Länge und $0._{22}$ Breite.

Spiroloculina excavata d'Orbigny.

(Taf. I. 44. 45.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Diese im Tertiär beginnende Art kommt nach Brady lebend vor in weiter Verbreitung, nirgends zahlreich, findet sich meist häufiger in der gemässigten Zone, selten tiefer als 180 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien Stat. 90 — 359 Meter selten.

Die Schale erreicht $0._{35}$ Millimeter Höhe, ist flach, in der Mitte eingesunken, die beträchtlichste Dicke des Gehäuses liegt im breiten Kielrande, welcher beiderseits sich kantig abgränzt, aber den Rücken flach gewölbt zeigt. Diese Wölbung des Rückens unterscheidet Sp. excavata von impressa. Der vordere Mündungskragen findet sich bei beiden Arten.

Spiroloculina canaliculata d'Orbigny.

(Taf. I. 40. 41.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das flache Gehäuse erreicht $0._{30}$ Millimeter Höhe, ist eirund im Umriss mit leichter vorderer Abschrägung. Die Kammern sind verhältnissmässig kräftig, auf der Fläche zu einer seichten Längsfurche ausgehöhlt. Die Schlusskammer wölbt sich unten, die vorletzte Kammer umfassend, seitlich ein, nach vorne schliesst sie schräg ab. Der Rücken der Schlusskammer ist ausgehöhlt, die Ränder des Rückens ragen als stumpfe Leisten vor.

Spiroloculina impressa Terquem.

(Taf. I. 35. 36.) Brady 151.

Diese von Terquem im Tertiär gefundene Art glaubt Brady aus drei Fundstätten bei Amboina, den Philippinen und Papua in Tiefen von 28 bis 175 Meter wieder zu erkennen. Er hält sie für eine Variation von Sp. limbata.

Gazelle: Westküste von Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101 a — 55 M. selt.

Das Gehäuse hat $0._{18}$—$0._{32}$ Millimeter Länge und $0._{08}$—$0._{10}$ Breite, ist flach, auf beiden Flächen eingedrückt, sodass die Kanten des Kiels als breitester Theil der Schale vorstehen. Die Gestalt des Umrisses zeigt ein verlängertes Oval, welches hinten mit einer seitlich verengten Rundung abschliesst, vorne in einen Flaschenhals ausläuft, welcher schwach nach einwärts neigt. Die zwei letzten Kammern haben einen der Länge des Schalenrückens entlang ausgehöhlten Kiel, welcher an der letzten Kammer von vorne nach hinten breiter wird. Die Kielränder stehen kantig vor.

Diese Art hat mit Spir. canaliculata d'Orbigny sehr viel Aehnlichkeit, unterscheidet sich aber durch den Mündungskragen. Spirol. limbata ist im Umriss rundlicher, hat mehr Kammern und ist nicht ausgehöhlt am Rücken.

Spiroloculina grata Terquem.

(Taf. I. 39.) Brady 155.

Im Tertiär von Rhodus entdeckt, wurde diese Art vorzugsweise als Riffbewohner im Rothen Meere, bei Madagaskar, Bermuda, im Stillen Meere in Tiefen von 700—950 Meter lebend angetroffen.

Gazelle: Mauritius St. 66 – 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse ist flach, hat einen verlängerteiförmigen Umriss, welcher, etwas verschoben, nach vorne in einen vorstehenden Kragen, nach rückwärts in eine seitlich gebogene Stumpfecke endet. Die Kammern stehen senkrecht, umfassen sich an einem Ende abwechselnd mehr oder minder, die im Mittel der Schale eingeschlossenen Ausgangskammern sind schräg abgetrennt. Die einzelnen Kammern sind der Länge nach gekantet, auch mit Streifen und Leistchen bedeckt. Der Kiel ist nicht scharf, wodurch sich diese Art von der nahestehenden Sp. acutimargo unterscheidet. Die Länge des Gehäuses beträgt $0._{20}$ bis $0._{30}$ Millimeter.

Spiroloculina foveolata nov. spec.

(Taf. I. 33. 34.)

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. einige.

Das Gehäuse erreicht bei $0._{60}$ Millimeter Länge $0._{20}$ bis $0._{25}$ Millimeter Breite, ist beiderseits flach und am Rücken gerundet, am hinteren Ende seitlich stumpfeckig gerundet, vorne aber in einen frei vorstehenden zierlichen Kragen verlängert. Die beiden letzten Kammern nehmen den grössten Theil der Seitenflächen ein, die Mittelkammern sind nur als flacher Kern, von den letzten Kammern umschlossen, sichtbar. Die Mündung

sitzt im Kragenende. Die Oberfläche ist fein porös und ausgezeichnet durch Gruben, deren Umsäumung ähnlich maschennetzartig hervortritt, wie diess bei Miliol. reticulata der Fall ist. Von letzterer unterscheidet sich Spirol. foveolata durch ihren flachen Spiroloculinenbau und den frei vorragenden Kragen.

Spiroloculina crenata Karrer.

(Taf. I. 42. 43.) Brady 156.

Von Karrer im Banater Tertiär entdeckt, kommt diese Art nach Brady lebend besonders als Corallensandbewohner vor in Tiefen bis zu 1200 Meter bei Bermuda, Madagaskar, den Inseln des südlichen Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Das flache Gehäuse hat ovalen Umriss, bei $0._{27}$ Millimeter Höhe $0._{21}$ Breite. Vorne und hinten rundet sich die Schale etwas schräg. Die Kammern stehen aufrecht, die beiden Schlusskammern leicht gebogen. Die Schlusskammern sind auf der Fläche wellenförmig uneben, und treten diese Wellen am Rande als kerbig eingeschnittene Wölbungen heraus. Auf den Mittelkammern sind die Wellenbuckel nicht immer deutlich zu erkennen.

Spiroloculina complanata n. sp.

(Taf. III. 7. 8.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.; Westl. Australien Stat. 90 — 359 Meter selten.

Das ovale Gehäuse ist eine Varietät der Spiroloculina crenata, mit welcher sie im Aufbau der Windungen übereinstimmt. Wie bei Ophthalmidium legen die Kammern als schmale Reife sich oval rollend übereinander. Die Scheidewände sind im auffallenden Lichte wenig erkennbar, die Schlusskammern umfassen den inneren Schalentheil wie ein flaches Band. Wo die Vereinigung der vorletzten und letzten Kammer stattfindet, am hinteren Schalenende kerbt sich der Umriss des Randes etwas ein. Die Schalenoberfläche der letzten Kammer zeigt kaum Spuren einer wellenförmigen Querfaltenbildung, wie sie bei Sp. crenata vorkommt. Den Schalenaufbau erkennt man ganz deutlich in durchfallendem Lichte. Eine von der Mitte aus in abwechselnden Gegenüberstellungen fortlaufende dunklere Saumlinie scheidet die Kammern, die Säume sind am vorderen und hinteren Ende schwach gekerbt.

Der Rücken der Schale ist oval, die Schalenlänge $0._{22}$, die Breite $0._{15}$ Millimeter. Die Mündung ist undeutlich am Ende der letzten Kammer.

Spiroloculina asperula Karrer.

(Taf. I. 30—32. XI. 57. 58.) Brady 152.

Von Karrer aus dem Miocän beschrieben, wurde diese Art auch lebend angetroffen in Tiefen von 60 bis 250 Meter bei den Admirals-, Ki-, Philippinischen Inseln, bei Papua.

Gazelle: Westl. Afrikas Südküste St. 25 — 2999 Met. selt.; Mauritius St. 66 — 411 Met. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Im Umriss und Bau der Spir. tenuis ähnlich, ist diese Art sehr flach, auf beiden Seiten gleich eben, im Umriss olivenförmig mit eingebogen stumpfer Zuspitzung am hinteren, dünn- und kurzhalsiger Verengerung am vorderen Ende. Der Rand ist nicht gekielt. Die Mittelkammern liegen aufrecht stehend zwischen den zwei Schlusskammern, haben kaum kennbare Scheidewände, liegen ohne Vorsprungskante in der Ebene der Schalenfläche. Die Kammern sind schmal von vorne bis hinten und sind aus rauhkörniger Cementmasse gebildet. Die Schalenlänge beträgt $0._{30}$ Millimeter bei $0._{16}$ Breite.

Das in Tafel XI. Fig. 57. 58 abgebildete Gehäuse ist fast scheibenrund und trägt an dem Ende der Schlusskammer einen sehr ausgebildeten Gabelzahn.



Spiroloculina arenaria Brady.

(Taf. I. 29.) Brady 153.

Brady bezeichnet als Fundstätten die Fidschi-, Philippinen-Inseln, die Torresstrasse und 100 bis 370 Meter als Tiefe des Vorkommens.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

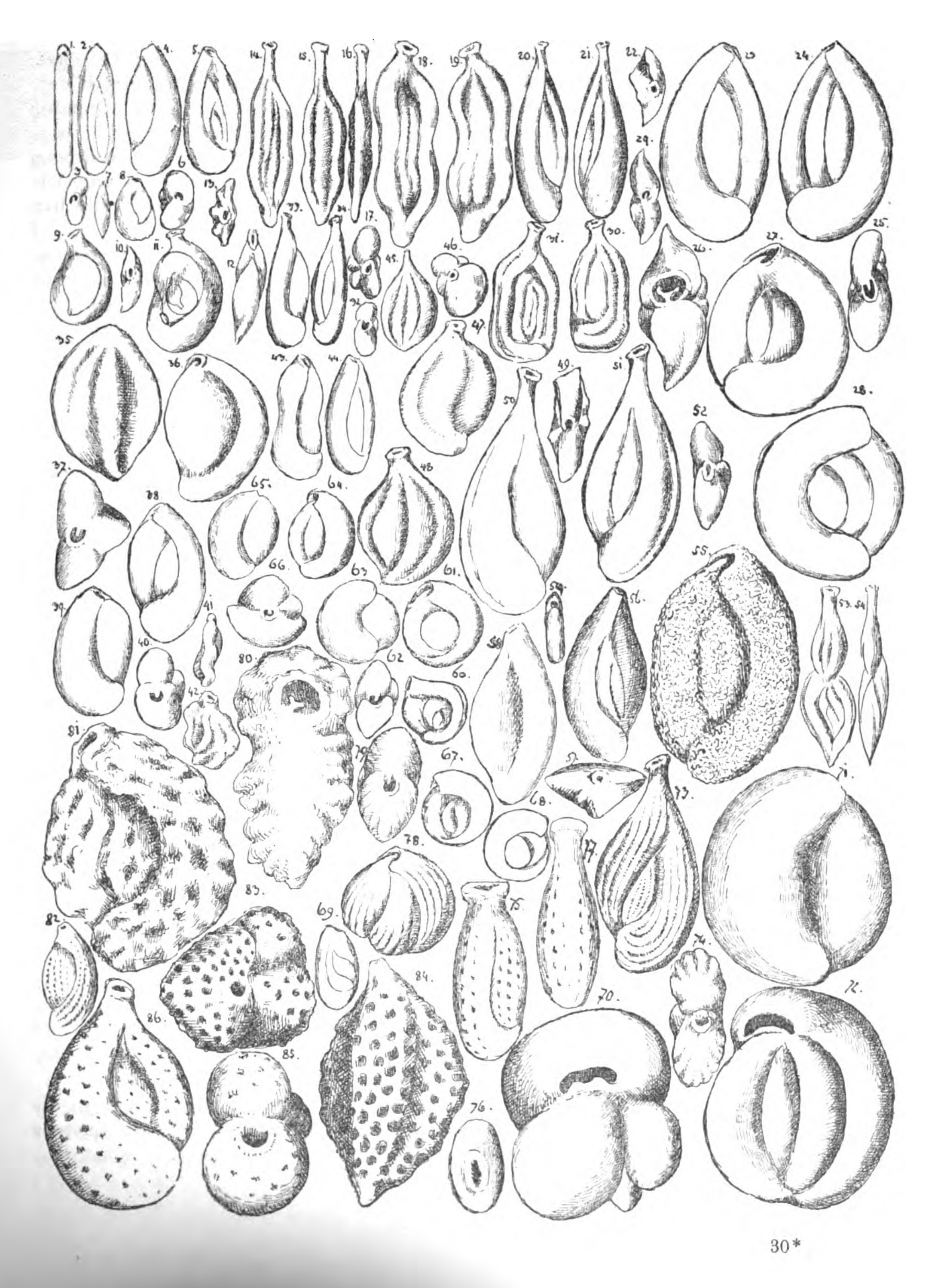
Das Gehäuse ist im Umriss oval, am Rücken gerundet, auf den Seiten flach, sogar eingesunken, misst $0._{60}$ Millimeter Höhe. Die grösste Breite der Schale ist in halber Höhe. Die Kammerscheidelinien sind kaum zu erkennen, die Mittelkammer tritt gar nicht, oder schwach gewölbt etwas hervor, die Schlusskammer läuft in einen engen Kragen aus. Die Schale ist aus Cementkrusten gebildet, welche der Oberfläche ein rauhes Aeussere verleihen.

Tafel II.

Fig.	1	Miliolina	angusta	von	vorne,
„	2	„	„	„	der Seite,
„	3	„	„	„	oben,
„	4 5	„	oblonga	„	der Seite,
„	6	„	„	„	oben,
„	7	„	pellucida	„	vorne,
„	8 9	„	„	„	der Seite,
„	10	„	„	„	oben,
„	11	„	„	„	der Seite,
„	12	„	„	„	vorne,
„	13	„	Ferussacii	„	oben,
„	14 15	„	„	„	der Seite,
„	16	„	„	„	vorne,
„	17	„	alveoliniformis	„	oben,
„	18 19	„	„	„	der Seite,
„	20 21	„	Rudolphina	„	„ „
„	22	„	„	„	oben,
„	23 24	„	pygmaea	„	der Seite,
„	25	„	„	„	oben,
„	26	„	lenticularis	„	„
„	27 28	„	„	„	der Seite,
„	29	„	cultrata	„	oben,
„	30 31	„	„	„	der Seite,
„	32	„	gracilis	„	oben,
„	33 34	„	„	„	der Seite,
„	35 36	„	tricarinata	„	„ „
„	37	„	„	„	oben,
„	38 39	„	seminulum	„	der Seite,
„	40	„	„	„	oben,
„	41	„	undosa	„	der Seite,
„	42	„	„	„	vorne,
„	43	„	oblonga (flexuosa),		
„	44	„	„ (consobrina),		
„	45	„	amygdaloides	von	der Seite,

Fig.	46	Miliolina	amygdaloides	von	oben.
„	47 48	„	Cuvieriana	„	der Seite,
„	49	„	„	„	oben,
„	50 51	„	porrecta	„	der Seite,
„	52	„	„	„	oben,
„	53	„	separans	„	der Seite,
„	54	„	„	„	vorne,
„	55	„	agglutinans	„	der Seite,
„	56 58	„	venusta	„	„ „
„	57	„	„	„	oben,
„	59	„	secans	„	vorne,
„	60	„	„	„	der Seite,
„	61 63	„	circularis	„	„ „
„	62	„	„	„	oben,
„	64 65	„	trigonula	„	der Seite,
„	66	„	„	„	oben,
„	67 68	„	subrotundata	„	der Seite,
„	69	„	cylindrica	„	„ „
„	70	„	bucculenta	„	oben.
„	71 72	„	„	„	der Seite,
„	73	„	bicornis	„	„ „
„	74	„	„	„	oben,
„	75	„	scrobiculata	„	der Seite,
„	76	„	„	„	oben,
„	77	„	„	vom	Rücken,
„	78	„	sublineata	von	der Seite,
„	79	„	„	„	oben,
„	80	„	Linneana	„	„
„	81	„	„	„	der Seite,
„	82	„	Rupertiana	„	„ „
„	83	„	reticulata	„	oben,
„	84	„	„	„	der Seite,
„	85	„	maculata	„	oben,
„	86	„	„	„	der Seite.

II



Miliolina Williamson.

Brady vereinigt Triloculina und Quinqueloculina unter der Bezeichnung *Miliolina*. Diese ist eine freie Schale, welche eingerollt, ungleichseitig, sich aus Kammern bildet, welche in der Regel einander gegenüberstehen. Dabei umschliessen zwei Schlusskammern, am Umriss sich berührend, die vorhergehenden Kammern auf einer Seite ganz, lassen eine Mittelkammer zwischen sich auf der anderen Seite frei (Triloculina), oder es treten mehrere Mittelkammern zwischen den Schlusskammern hervor. Diese sind dann ungleich in Zahl, indem die eine Seite eine Mittelkammer, die andere deren mehrere sichtbar werden lässt (Quinqueloculina).

So bestimmt einzelne Arten in ihren Formeneigenthümlichkeiten ausgeprägt erscheinen, ebenso mannigfaltig ist der Artenübergang bei den Miliolinen, und häufig ist eine feste Artbestimmung nicht möglich.

Dickschalige Gehäuse sind porzellanglatt, weiss, undurchsichtig. Jüngere, zartschalige Gehäuse sind ebenfalls porzellanartig weiss im auffallenden, durchscheinend mit moosgrüner Farbe im durchfallenden Lichte. Ganz junge Exemplare zeigen bei vollständiger Durchsichtigkeit im durchfallenden Lichte eine chitinös matte Schale.

Die einfachste Form — zwei sich gegenübergestellt umfassende, flache Kammern darstellend — ist *Mil. pellucida.*

Etwas dicker in der Schale, aber länglich und am Rücken gerundet. ist *Mil. oblonga.*

Stark in die Länge gezogen, am Rücken eiförmig gerundet, zeigt sich *Mil. augusta.*

Verbreitert sich die Schale, dann treten die Mittelkammern zahlreicher hervor und bilden die *Mil. pygmaea.*

Etwas schmächtigere, am Rücken gerundete Gehäuse verlängern sich nach vorne in einen Kragen, *Mil. gracilis.*

. Von Mil. pellucida aus führt der schneidige Kiel und der kantige Kammervorsprung in der Längsrichtung zu *Mil. cultrata*, wenn diese im Umriss rundlich wird, zu *Miliolina lenticularis.*

Verlängert sich die M. cultrata und setzt vorne einen Kragen auf, während die Kammern zu kantigen Leisten sich verschmälern, bildet sich *Mil. Ferussacii* heraus. Erheben sich die Kammern zu rundlichen Längsleisten, dann führen sie über zur *Mil. alveoliniformis*, als deren rundliche verkürzte Form *Mil. amygdaloides* betrachtet werden könnte.

Eine andere Reihe in einander fliessender Formen entwickelt sich, wenn die Gehäuse von Mil. oblonga aus sich verdicken zu Bohnengestalt, in *Mil. seminulum*, deren cylindrische Abart *Mil. cylindrica* mehr an M. oblonga sich anschliesst, während mit rundlicher Eckenentwicklung *Mil. trigonula* in die kanteneckige *Mil. tricarinata* überführt.

Eine Verlängerung der Mil. trigonula mit langem Kragen ist *Mil. porrecta.* Treten die Mittelkammern in grösserer Anzahl kantig heraus, dann entsteht *Mil. Cuvieriana.*

Vertiefen sich die Flächen der Kammern, welche von den Längskanten abfallen, dann erscheint *Mil. venusta* oder, wenn das Gehäuse sich zugleich verlängert und verschmälert, erscheint *Mil. Rudolphina.*

Eine rundliche Ausbreitung der M. seminulum bildet den Uebergang zu *Mil. circularis.*

Wird diese im Umriss unregelmässig, setzt sie im Mitteltheile mehr Kammern in schräger Stellung ein, so wird sie *Mil. subrotundata,* wird sie flach, vorne mit querem Abschluss durch die Schlusskammer endigend, erscheint sie als *Mil. secans.*

Wellige Verdrücktheit der Schluss- und Mittelkammern ist Eigenthümlichkeit der *Miliol. undosa.*

Als Ausläufer in dickbäuchiger Entwicklung der Kammern schliesst als umfangreichste Form *Mil. bucculenta* die Reihe der M. circularis.

Die Schalenoberfläche ist zuweilen für sich ein Moment der Artenunterscheidung durch die Verzierungen, welche die Kammern auf ihrer Fläche tragen.

Mil. circularis sublineata führt gleichsam als lineare Verzierung eines in der Regel glattschaligen Gehäuses in die Gruppe der verziertschaligen Miliolinen hinüber.

Mil. scrobiculata mit breitem Kragen, und die schmalhalsige *Mil. bicornis* schliessen sich als längsgestreifte Arten an M. oblonga oder gracilis an. Treten in den Längsstreifen Punktreihen auf, so entsteht *Mil. Rupertiana*, *Mil. maculata.* Mit Grössenzunahme des Gehäuses erscheint ein derbes Gittergeflecht bei *M. reticulata*, oder es geht die Schalenwulstung in monströse Unregelmässigkeit über mit *Mil. Linneana.*

Nach Art der Articulina die einzelnen Kammern aus der spiralen Ordnung frei aufrichtend erscheint *Mil. separans.*

Ausgesprochen sandigschalige Form ist *Mil. agglutinans.*

Miliolina pellucida nov. spec.

(Taf. II. 7—12.)

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Neuamsterdam St. 59 a und b — 1485 M. einige; Westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selt., St. 90 — 359 M. mehrf.; östl. Australien St. 118 — 2769 M. selt.; Fidschiinseln St. 130 — 1655 M. selt.

Diese Form ist wahrscheinlich eine Jugendform, geht mit weiterer Entwicklung in mehrere Arten auseinander. Die Schale ist stets sehr dünn, chitinösflaumig, hat $0._{08}$ bis $0._{18}$ Millimeter Höhe und in der Regel überschreitet die Breite des Gehäuses die Hälfte der Höhe. Die Schale ist sehr flach, aber die eine Seite stets etwas gewölbt, die andere eben. Der Umriss des Gehäuses hat die Form einer Tasche, welche sich vorne verengt, nach rückwärts breiter ist und in dem hinteren Rande seitlich verzogen erscheint. Der Rand ist ein dünner, schneidender Kiel. Die Schalen sind dünn und durchsichtig, man unterscheidet im durchfallenden Lichte alle Kammern. Diese überwachsen sich in der Weise, dass der schmale Kragen der vorausgehenden von dem breiten Ende der folgenden Kammer umschlossen ist. Dabei umfasst die letzte Kammer die vorausgehende, gegenüberstehende zuweilen ganz, häufiger aber ragt die vorletzte Kammer mit ihrem breiten Ende in der Halsgegend der Schlusskammer etwas vor am Umriss, und während die eine Seite des Umrisses im Bogen gewölbt erscheint, zeigt die Umrisslinie, wo das Endstück der vorletzten Kammer hervortritt, eine Einbuchtung. Die Mündung sitzt als Schlitz am schrägen oder kragenartig verlängerten vorderen Ende der Schlussmündung.

Miliolina (Triloculina) oblonga d'Orbigny.

(Taf. II. 4—6. 43. 44.) Brady 160.

Nach Brady geht diese Art fossil bis zum Eocän zurück, lebend findet sie sich in allen Tiefen aller Meere.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; Galewostrasse St. 104 a — 3 M. selt.; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. einige; Westl. Australien St. 90 — 359 Met. selten.

Bei $0._{17}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite bildet das Gehäuse im Umriss ein etwas verlängertes, am hinteren Ende mit schwacher seitlicher Verziehung gerundetes, am vorderen Ende etwas verengtes Oval. Der Querschnitt bildet annähernd ein Dreieck mit vollständig gerundeten Ecken. Auf der flachen Seite sind nur die zwei Schlusskammern

sichtbar, auf der anderen Seite wölben sich eine oder zwei Mittelkammern heraus nach ihrer Länge. Alle drei sichtbaren Kammern stehen aufrecht. Das vordere Schalenende bildet eine ganz kurze Abschrägung an der Stelle, wo der enge Mündungsrand die Schale abschliesst. Der Umriss der Schale erscheint bei manchen Exemplaren in der halben Schalenhöhe auf einer Seite mehr oder weniger zu flacher Bucht eingezogen, Abb. II $_{43}$, eine *variatio flexuosa*, welche auf den Uebergang aus M. pellucida nicht bloss der Form nach hinweist, sondern auch zuweilen in durchfallendem Lichte die Kammergegenüberstellung beobachten lässt, wie sie Mil. pellucida kennzeichnet.

Schale mit zwei Kammern auf einer und drei Kammern auf der anderen sind von Triloculina consobrina Reuss nicht zu unterscheiden, Abb. II $_{44}$.

Miliolina (Triloculina) angusta Philippi.

(Taf. II. 1—3.)

Beiträge zur Kenntniss der Tertiärversteinerungen des nordwestlichen Deutschlands.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. selt.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; Südamerika-Spitze St. 144 — 4280 M. selt.

Als Triloculina angusta Philippi kommt diese Varietät der Miliol. oblonga in tertiären Schichten vor. Sie unterscheidet sich von M. oblonga durch ihr mehr in die Länge gestrecktes Gehäuse, wobei die Verhältnisse der Länge zur Breite wesentlich verschiedene werden und die Stellung sämmtlicher Kammern eine geradeaufgerichtete ist. Die Schale zeigt im Umriss ein sehr verlängertes Oval, endet hinten gerundet, vorne mit einem schrägen Abschnitt. Der Rücken ist gerundet, der Querschnitt ist ein längliches Oval bei ganz flachen, oder ein stark abgerundetes Dreieck bei seitlich etwas vortretenden Gehäusen. Die Kammern werden durch deutliche, aber nicht tief einschneidende Nähte getrennt. Die eine Schalenseite bietet zwei, die andere in der Regel drei Kammern. Bei zartschaligen Exemplaren sind mehrere Mittelkammern sichtbar. Die Mündung sitzt am vordern Ende der letzten Kammer. Die Oberfläche ist glatt. Die Länge zur Breite ist $0._{10}$ zu $0._{03}$ bis $0._{18}$ zu $0._{06}$ Millimeter.

Im Bau des Gehäuses stimmt die noch schlankere Quinqueloculina angustissima, welche Reuss in den Beiträgen zur Charakteristik der Tertiärschichten des nördlichen und mittleren Deutschlands beschreibt, vollständig mit Tr. angusta der obigen Fundorte, sie ist aber verschieden durch den frei vortretenden Mündungskragen, und ist desshalb näher Mil. gracilis.

Eine ungewöhnlich grosse Schale von $0._{60}$ Millimeter Länge von Station 17 ist eine Quinqueloculina, indem auf beiden Seiten zwischen den Schlusskammern Mittelkammern hervortreten.

Miliolina (Quinqueloculina) pygmaea Reuss.

(Taf. II. 23—25.)

Reuss, neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Diese von Reuss im Tertiär von Kostel, Felsölapugy, Wieliczka entdeckte Art wurde lebend nach Brady zumeist in seichtem Wasser, doch auch bis zu Tiefen von 1060 Meter angetroffen bei Japan, Hongkongharbour, Vigo-Bay, bei Südamerika im Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. mehrf.; St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige; Amboina St. 101 a — 54 M. selt.

Das Gehäuse ist $0._{30}$—$0._{50}$ Millimeter hoch, hat mandelförmigen Umriss, ist im Querschnitt schmal, auf einer Seite flach, auf der anderen wenig gewölbt. Das vordere Ende ist schräg abgeschnitten, das hintere gerundet. Die eine Fläche zeigt drei, die

andere vier Kammern. Diese stehen aufrecht, sind schmal und werden durch tiefe Nähte getrennt. Der Schalenrand ist stumpfkantig bis oval. Je entwickelter und grösser die Gehäuse sind, desto kräftiger treten die Mittelkammern hervor zwischen tiefen und breiten Furchen. Junge kleinere Gehäuse nähern sich der Mil. oblonga als etwas breitere Formen mit zarter Schale, welche im durchfallenden Lichte alle Kammern (Quinqueloculina) durchscheinen, und nicht selten eine sehr starke Schrägneigung der Mittelkammern erkennen lässt.

Miliolina gracilis d'Orbigny.

(Taf. II. 32—34.) Brady 160.

d'Orbigny beschreibt diese Art von Cuba und Jamaica,
Brady von Papua und Humboldt-Bay aus 70 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius Stat. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 — 1485 M.; Westlich Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. mehrf.; Fidschi St. 127 — 3200 M. selt., St. 129 — 2432 M. selt.

Brady hält Miliol. gracilis für eine Varietät von M. oblonga und stellt sie auch der Tril. angustissima Reuss nahe. Von ersterer unterscheidet sie sich durch den ausgebildeten Kragen, von letzterer durch weniger langgestrecktes Gehäuse. Die vorherrschende Form ist Triloculina, aber schon bei $0._{11}$ Millimeter Länge und $0._{05}$ Breite findet sich das Gehäuse auch als ausgesprochene Quinqueloculina. Mil. gracilis stellt ein verlängertes Oval dar, hat die Schlusskammern aufrechtstehend, die Mittelkammern schräg dazwischengestellt. Das Charakteristische ist der gerundete Rücken, die verlängerte Eiform des Umrisses, die zu einem kurzen Flaschenkragen ausgezogene Mündungsendigung. Im Querschnitt treten die Mittelkammern etwas vor. Die von Brady beobachtete, undeutliche Streifung der Oberfläche ist nicht wahrgenommen worden, an jungen Exemplaren ist aber eine zartfilzige Rauhheit der Schale wohl zu erkennen.

Miliolina cultrata H. B. Brady.

(Taf. II. 29—31.) Brady 161.

Brady erwähnt diese Art von Papua und Ceylon aus Tiefen von 4 bis zu 70 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das Gehäuse hat bei $0._{30}$ Millimeter Höhe etwa $0._{13}$ Breite, ist flach, hinten eckig gerundet, vorne in einen Kragen verlängert, welcher die Mündung birgt. Die Kammern sind schmal, sind in der Mitte breitstumpfkantig erhaben, stehen aufrecht gestellt einander gegenüber. Die Mittelkammern treten kaum vor, die Schlusskammern laufen gegen den Schalenrand als flacher Kiel aus.

Von Miliol. gracilis unterscheidet sich Mil. cultrata durch flacheren Schalenbau, etwas mehr Schalenbreite und durch den gekielten Rand.

Miliolina lenticularis Reuss.

(Taf. II. 26—28.)

Reuss — Neue Foraminiferen aus dem österreichischen Tertiärbecken.

Gazelle: Bei Montevideo St. 151 — 45 M. selten.

Diese von Reuss als Seltenheit im Tegel von Grinzing gefundene Art wird als linsenförmige, fast kreisrunde, flache Schale mit deutlicher Kielkante und $0._{24}$—$0._{50}$ Millimeter Grösse beschrieben. Das vorliegende Exemplar hat bei $0._{60}$ Millimeter Höhe $0._{50}$ Breite, entspricht der eben gegebenen Schilderung, doch sind die letzten sowie die Mittelkammern flachkantig dicker, treten mehr hervor in der Seitenansicht und haben namentlich auch viel einschneidendere Kammergränzen, als diess bei Reuss gegeben ist.

Miliolina Ferussacii d'Orbigny.

(Taf. II. 13—16.) Brady 175.

Nach Brady bisher bekannt: fossil aus dem Eocän, Miocän und Pliocän (Crag); lebend von Baffinsbay, von Britanniens, Belgiens, Frankreich's Küste, von den Canaren, von Westindien, von der Torresstrasse, hier in 300 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist länglich, gleicht im Umriss einer verlängerten Olive, ist seitlich zusammengedrückt, endet vorne mit einem schmalen, vorgestreckten Kragen, hinten stumpfeckig. Die Kammern stehen aufrecht, die letzte Kammer umfasst die vorletzte am hinteren Ende, die Mittelkammern stehen gleichfalls aufrecht. Letztere treten auf den Seitenflächen als schmale Längskanten hervor aus tiefen Zwischenfurchen und geben dem Querschnitt des Gehäuses einen unregelmässig kantigen, tief gekerbten Umriss. Die Höhe der Schale hat $0._{22}$ bis $0._{28}$ Millimeter bei $0._{07}$ oder $0._{08}$ Breite.

Miliolina alveoliniformis H. B. Brady.

(Taf. II. 17—19.) Brady 181.

Nach Brady ist diese Art besonders in den Korallenriffen, im Strandsand und in seichtem Wasser zu treffen bei Westindien, im Rothen Meer und im Stillen Ocean, doch wurde sie bei Tahiti in 800 Meter Tiefe gleichfalls gefunden.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Bei $0._{38}$ Millimeter Länge und $0._{11}$ Breite hat das Gehäuse verlängerte Dattelform, ist vorne zu einem kurzen Kragen verengt, welcher die Mündung birgt, das hintere Ende ist ebenfalls etwas schmaler als der langgestreckte Mitteltheil des Gehäuses, spitz eiförmig gerundet. Im Querschnitt treten die einzelnen Kammern als Vorsprünge heraus mit ihrem Rücken. In der Seitenansicht erscheinen die Kammern als derbe Längsleisten mit abgestumpften Kanten. Die Oberfläche der Schale ist matt, ein filzig granulirter Schalenbau ist an den vorliegenden Schalen nicht mit Deutlichkeit wahrzunehmen.

Miliolina amygdaloides Brady.

(Taf. II. 45. 46.) Brady 163.

Bekannt aus Tiefen bis zu 1037 Meter von den südlichen Inseln Japans, den Ki-Inseln, von Patagonien.

Gazelle: Mauritius St. 67 — 347 M. selt.

Das zierliche Gehäuse hat eine Länge von $0._{18}$, eine Breite von $0._{11}$ Millimeter, ist auf einer Seite mehr abgeflacht, auf der anderen bauchig, hat einen nach vorne und nach hinten spitz verengten Umriss, welcher vorne in einen zweiten, kurzen Kragen ausläuft. Die Schale besteht aus zahlreichen schmalen Kammern, welche aufrecht nebeneinander stehen, durch bestimmte, aber nicht breite, Scheidewände getrennt werden. Das hintere Ende ist eine seitlich verzogene stumpfe Spitze. Der Kragen am vorderen Ende ist sehr dünn und schliesst mit einfachem Rande vorne ab.

Miliolina seminulum Linné.

(Taf. II. 38—40.) Brady 157.

Brady vereinigt unter dieser Bezeichnung eine grosse Reihe von Synonymen, weist ihr Vorkommen vom Eocän an allen jüngeren Meeres-Schichten zu und nennt sie lebend heimisch in allen Meeren von einem Pole zum anderen und bis zu Tiefen von 5500 Metern.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59 b — 1485 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. einige; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt.; St. 87 b — 1187 M. mehrf.; St. 90 — 359 M. mehrf.; Neuguinea St. 101 a — 55 M. selt., St. 103 — 832 M. selt.; zwischen Fidschi und Südamerika St. 142 — 3658 M. selt.; Montevideo St. 151 — 45 M. selten, St. 154 — 3924 M. selt.

In jugendlicher Gestalt breit eiförmig, verlängert sich mit zunehmendem Alter die

Schale mehr in der Eiform. Hinten behält sie allezeit die Abrundung bei, vorne sind die Gehäuse etwas abgeschrägt und verengt. Der Querschnitt zeigt in allen Altern ein abgerundetes oder stumpfeckiges Dreieck. Eine Seite des Gehäuses ist flach, die andere wölbt sich mit breiter Kante vor. Die flache Seite zeigt die breiten zwei Schlusskammern gegenüberstehend, zuweilen bei zarteren Gehäusen schmale Mittelkammern umfassend, die gewölbte Seite zeigt zwischen den zwei Schlusskammern in der Regel eine schräg gestellte, schmale Mittelkammer. Die Oberfläche ist porzellanglatt. Junge, zartschalige Exemplare zeigen bei durchfallendem Lichte moosgrüne Färbung. Die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer als kurzer, nach innen offener Kragen, welcher über die vorletzte Kammer kaum hinausragt, bei gut erhaltenen Schalen auf dem Rücken der vorletzten Kammer den Zahn umschliesst.

Bei kleineren Exemplaren verhält sich die Höhe zur Breite wie $0._{15}$ zu $0._{11}$ Millimeter. Gehäuse von mehr als $0._{40}$ Millimeter wurden nicht gefunden.

Miliolina cylindrica n. sp.

(Taf. II. 69. IV. 25—27.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Bei $0._{13}$ Millimeter Länge und $0._{07}$ Breite stellt diese Varietät von Mil. seminulum einen bohnenförmigen Cylinder dar, welcher vorne und hinten fast gleich gerundet sich wie ein Sack im Umriss gibt, vorne nur eine kurze Abschrägung angedeutet trägt, und dessen Seiten ringsum gerundet sind. Dabei treten die Kammerscheidewände auf einer Seite in sehr stark sigmoidaler Schrägstellung als tiefe aber nicht breite Linien auf. Die Mündung ist am Ende der Schlusskammer.

Miliolina (Triloculina) trigonula Lamarck.

(Taf. II. 64—66.) Brady 164.

Nach Brady, welcher Triloc. austriaca d'Orb. mit M. trigonula vereinigt, hat diese Art ihre Vertreter durch die ganze Tertiärzeit, und lebt in den gemässigten und in der warmen Zone.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101 a — 55 M. selt.; Oestl. Australien St. 116 — 951 Meter selten.

Bei $0._{23}$ Millimeter Höhe und $0._{17}$ Breite ist das Gehäuse dick, endet vorne in eine gerundete Mündung, welche mit kurzem Kragen vorsteht, hinten ist das Ende gerundet. Die letzte Kammer läuft mit breitkantigem Rücken von vorne nach hinten und rollt sich, die vorletzte Kammer umfassend, etwas ein. Eine Fläche zeigt zwei Kammern, die andere zeigt drei. Die Mittelkammer ragt zwischen den breiten Schlusskammern als schmale Längskante hervor.

Miliolina (Triloculina) porrecta n. sp.

(Taf. II. 50—52)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat $0._{50}$ Millimeter Länge, $0._{28}$ Breite, ist flach, auf einer Fläche etwas vorgewölbt, zeigt zwei Kammern auf einer, drei auf der anderen Fläche. Die Kammern verengen sich gegen den Rand zu einem gerundeten Kiel, welcher sich über den ganzen Rücken der Kammer hinzieht. Auch die Mittelkammer hat die Neigung zur Kielbildung, erhebt sich aber nur zu einer verbreiterten Kante. Der Schalenumriss hat hinten eine Abrundung mit seitlicher Stumpfecke, vorne läuft die letzte Kammer in einen schlanken Kragen aus. Die Nähte schneiden deutlich ein. Die Oberfläche ist porzellanglatt. Die Mündung sitzt im Kragen als runde Oeffnung. Diese Form ist eine verlängerte und verflachte Variation von Mil. trigonula, als welche sie Brady Taf. III Fig. 14 abbildet.

Miliolina (Triloculina) tricarinata d'Orbigny.

(Taf. II. 35—37.) Brady 175.

Nach Brady sind im Pariser Eocän die ältesten Vertreter dieser Art. In jüngeren Schichten finden sich deren in verschiedenen Ländern. Lebend kommt diese Art in kosmopolitischer Ausbreitung vor vom nördlichen bis zum südlichen Eismeere, und geht dieselbe bis in Tiefen von 4200 Metern hinab.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Galewostrasse St. 104 a — 6 M. selt.

Der Schalenumriss ist herzförmig. Die drei Kammern, welche sichtbar sind, stehen aufrecht, bilden mit der Schalenlängsachse parallel je eine breitkantige Leiste, welche Leisten in der unteren Schalenendigung mit einander sich in einer stumpfen Spitze vereinigen. Die eine Seitenansicht zeigt eine von einem vorspringenden Raum umschlossene concave Fläche, die andere eine der geschilderten Kanten als die Schale halbirende Mittelrippe. Der Querschnitt zeigt drei verschmälerte Ecken, dazwischen in den Höhlungen den vertieften Körper des Gehäuses. Die Mündung sitzt vorne am Ende der letzten Kammer. Die Schale erreicht $0._{33}$ Millimeter Länge.

Miliolina tubulifera nov. spec.

(Taf. I. 52—54.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das einzige gefundene Exemplar ist eine Varietät von Mil. tricarinata. Das Gehäuse ist $0._{20}$ Millimeter hoch und $0._{14}$ breit, hat mandelförmigen Umriss, ist aber ziemlich bauchig in halber Schalenhöhe. Nach rückwärts und vorwärts verengt sich die Schale. Vorne läuft sie in eine kurze enge Röhre aus, welche ohne Lippensaum abschliesst und die Mündung als schlichtes Röhrenende zeigt. Rückwärts laufen die Kanten der Kammern zu einer stumpfen Spitze zusammen. Der Körper der Schale ist glatt in der Schalenoberfläche. Drei Kammern sind auf einer, zwei auf der anderen Fläche sichtbar, jede Kammer erhebt sich zu einem schmalen Rücken. Im Querschnitt treten diese Rücken als Kanten vor und verleihen dem Querschnitt die Form eines scharfeckigen Dreiecks.

Brady gibt in Taf. III Fig. 14 eine Mil. trigonula mit ähnlichem Kragen, aber bauchigen, gerundet gekanteten Kammern. Auch Miliol. porrecta hat einen Kragen, ist aber grösser und flacher.

Miliolina Cuvieriana d'Orbigny.

(Taf. II. 47—49. IV. 22—24.) Brady 162.

Ist nach Brady bekannt aus Tiefen von 10 bis zu 170 Meter von Japan, Papua, Philippinen.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Galewostrasse St. 104 a — 8 M. selt.

Diese Varietät der M. venusta hat eine Höhe von $0._{37}$ Millimeter bei $0._{26}$ Breite, ist eine breit gewachsene venusta, deren breite Fläche auch noch der vierten Randkante Raum gestattet, aus der Seitenfläche sich vorspringend zu erheben. Noch breitere Exemplare lassen auch die fünfte Kante heraustreten. Die Form des Umrisses ist ungleichseitig herzförmig bis dreieckig. Im Querschnitte treten die Kammern als scharfe Kanten heraus, schwächer die mittleren, stärker die letzten. Bei M. venusta ist das Gehäuse höher, der Körper der Kammern voller; M. Cuvieriana hat vertiefte Kammerflächen, scharf hervortretende Kammerkanten, ein mehr breites, auf einer Seite fast flaches Gehäuse.

Miliolina venusta Karrer.

(Taf. II. 56—58.) Brady 162.

Nach Brady findet diese Art sich fossil im Tertiär, lebend in Tiefen von 3400 bis 5200 Meter im nördlichen wie im südlichen Theile des Atlantischen Oceans.

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 b — 1485 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Fidschi St. 127 — 3200 M. selt.; Montevideo St. 151 — 45 M. einige, St. 154 — 3924 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selt.

Die Höhe der Gehäuse schwankt zwischen $0._{18}$ und $0._{30}$ Millimeter. Im Umriss zeigt sich die Gestalt stets verlängert, weckenförmig, am hinteren Ende stumpfspitz bis eirund, vorne verengt zu einer schmalen Abschrägung, in welcher die Mündung liegt. Die Kammern stehen aufrecht, treten auf einer Seite des Gehäuses winklig vor, verleihen dem Querschnitt dadurch die Form eines Dreiecks, indem auf der anderen Seite des Gehäuses die Fläche eben, sogar manchmal eingesunken erscheint.

Von der sehr ähnlichen Mil. Rudolphina unterscheidet sich Mil. venusta durch breitere, gedrungenere Gestalt.

Miliolina Rudolphina d'Orbigny.

(Taf. II. 20—22.) d'Orbigny — Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

d'Orbigny bezeichnet diese Art als seltenes Vorkommen aus dem Wiener Tertiär bei Baden.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westaustralien St. 90 — 359 M. selt.

Bei $0._{22}$—$0._{40}$ Millimeter Länge und $0._{09}$—$0._{16}$ Millimeter Breite ist das Gehäuse schlank, im Umriss olivenförmig, seitlich flach, endet vorne in einen Mündungskragen, hinten schräg eiförmig. Die zwei Schlusskammern sind schmal in der Fläche, kantig am Rücken, und fallen von da gegen die Schalenmitte ab. Es treten zwischen den zwei letzten Kammern auf beiden Seitenflächen die Mittelkammern aufrechtstehend mit vorspringenden Kanten hervor. Der Querschnitt wird dadurch vieleckig, indem der Rücken der beiden Schlusskammern schräge abgeflacht die beiden gegenüberstehenden Hauptflügel darstellt, zwischen denen auf einer Seite eine, auf der anderen zwei Zwischenkanten winklig vortreten.

Diese verlängerte Abart der M. venusta ist schmaler und länger als letztere und hat mehr Kantenvorsprünge im Querschnitt als M. venusta. Mil. tricarinata und Cuvieri sind mehr gerundet im Umriss.

M. cultrata ist flacher, nicht kantig im Querschnitt.

Miliolina circularis Bornemann.

(Taf. II. 61—63.) Brady 169.

Von Bornemann aus dem Tertiär beschrieben lebt diese Art nach Brady in 70 bis 280 Meter Tiefe bei den Edwards-Inseln, in der Bassstrasse, im Weihnachtshafen der Kerguelen.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. mehrf., St. 66 — 411 M. mehrf.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. einige.

Bei $0._{05}$ bis $0._{20}$ Millimeter Durchmesser der Scheibe sind die Gehäuse mehr oder weniger vollkommen kreisrund, in der Regel auf einer Seite bauchig, auf der anderen flach. Die zwei letzten Kammern stehen sich halbbogenförmig mit Zuwendung der concaven Ränder gegenüber und zwischen ihnen treten die Mittelkammern hervor. Bei jugendlichen Exemplaren herrschen die runden Umrissformen vor, sie sind im Verhältniss zum Umfang dicker, die Mittelkammern sind gleichfalls gebogen gelagert, während bei grösseren Formen die Mittelkammern fast aufrecht stehen. Die Kammernähte sind tief,

die Oberfläche der Schale ist porzellanglatt. Die Mündung sitzt an der letzten Kammer als abgeschnittenes Ende, aus welchem die vorletzte Kammer mit einer Zunge in der Regel in der Art vorsteht, dass die Zunge auch im Umriss sichtbar wird. Eine dieser Art zukommende Besonderheit ist die verhältnissmässig frühzeitige Endigung der letzten Kammer mit dem Mündungsrande bevor dieser an die Schalenhöhe des Vorderrandes heranragt.

Wenn die Schale sich mehr in das Ovale verlängert, tritt sie der M. seminulum, wenn sich die Schale von den Mittelkammern aus im Querschnitt sehr verdickt, tritt sie Mil. trigonula sehr nahe, wenn aber die Mittelkammern schräg liegend sich sehr stark vordrängen, dann wird es schwierig zu unterscheiden, ob eine Mil. circularis oder subrotundata vorliegt.

Miliolina subrotundata Monsaga.

(Taf. II. 67. 68.) Brady 168.

Beginnt nach Brady im Tertiär, ist als Seichtwasserform bekannt aus dem Arktischen Meere, von Westindien, Südamerika, Tristan d'Acunha, von der brittischen, französischen Küste.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 1147 M. selt.; Westaustralien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist im auffallenden Lichte porzellanweiss, im durchfallenden grün-gelbbraun. Der Umriss, fast scheibenrund, am Kiel unregelmässig gerundet oder verschmälert, zeigt zwei Schlusskammern, welche den Umriss ausfüllen, auf einer Seite eine, auf der anderen zwei Zwischenkammern umschliessen. Die zwei letzten Kammern sind halbbogenförmig, und am Ende der letzten sitzt als runde Endigung eine weite Mündung, in welcher auf dem Rücken der vorletzten Kammer ein Zahn emporragt. Die Mittelkammern treten rechtwinklig gegen die Schlusskammern heraus und verleihen in der Kielansicht dem Gehäuse eine unregelmässig buckelige Gestalt. Der Scheibendurchmesser ist ungefähr $0._{25}$ Millimeter.

Die unsymmetrische Auswölbung der Mittelkammern und die damit zusammenhängende Abweichung von der runden Form unterscheiden Mil. subrotundata von Miliol. circularis.

Miliolina bucculenta Brady.

(Taf. II. 70—72.) Brady 170.

Brady kennt nur drei Fundstellen für diese Art, welche im nördlich Atlantischen Ocean liegen aus Tiefen von 1200 bis 3400 Meter.

Gazelle: Zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selten.

Brady findet für diese Zwischenform, welche in der kleinen Miliol. circularis ihren ähnlichsten Formnachbar haben dürfte, keine abschliessende Definition. Das vorliegende, einzige Exemplar ist kugelig, hat $0._{60}$ Millimeter Durchmesser, porzellanglatte Schale. Eine Seite zeigt zwei Kammern, welche gerundet nebeneinander aufrecht stehen. Die andere Seite der Schale lässt zwei fast kantig gewölbte, längliche, aufrecht stehende Mittelkammern zwischen den Schlusskammern heraustreten. Die Abgränzung der Kammern ist auf beiden Seiten eine sehr tiefe. So treten auch von oben betrachtet die einzelnen (Figur 70) Kammern zwar ungleich gross, aber sehr bestimmt abgegränzt am Schalenumriss hervor. Die Mündung ist ein Halboval, in welches ein zweiwelliges Schalenrudiment von der vorletzten Kammer aus hineinragt.

Miliolina secans Brady.

(Taf. II. 59. 60.) Brady 167.

Nach Brady beginnt diese Art im Tertiär, lebt in den tropischen und subtropischen Regionen in Seichtwasser und findet sich häufig an Englands Küste und im Mittelländischen Meere.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Der Umriss des Gehäuses ist etwas quadratisch, nicht ganz regelmässig. Vorne ist der Umriss breiter und hinten rundlich enger. Die Schale hat ungefähr $0._{15}$ Millimeter Scheibendurchmesser. Die Seiten sind flach. Die beiden Schlusskammern sind ungleich, die letzte ist grösser als die vorletzte, bildet vorne ein gerade gestrecktes Rohr, welches mit der Bildung einer Schlussecke, in welcher die Mündung sitzt, endet. Die Zwischenkammern sind wenig entwickelt. Die wenigen gefundenen Exemplare sind nicht ganz gleich, stimmen aber in den vorgeschilderten Haupteigenthümlichkeiten überein. Das Fehlen der bei Brady so charakteristisch gegebenen Schlitzmündung macht die Zugehörigkeit der vorliegenden Exemplare zu Mil. secans etwas zweifelhaft.

Miliolina undosa Karrer.

(Taf. II. 41. 42.) Brady 176.

Wurde im Tertiär von Lapugy zuerst entdeckt, lebend getroffen bei Papua, Ascension, Sandwichs-Inseln, Bassstrasse in Tiefen von 12—70 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Eine $0._{12}$ Millimeter hohe, nicht ganz so breite, unregelmässig gestaltete Figur, welche im auffallenden Lichte weiss, matt, uneben, im durchfallenden Lichte als gelbbraune Schale erscheint. Die Kammern gehen nach vorne und hinten in unregelmässige, eckige Umbiegungen aus. Die Seitenansicht zeigt zugleich, dass die Kammern leistenartig hervortreten. Im Allgemeinen stehen wie bei Quinqueloculina die Kammern in zwei sich schräg kreuzenden Umfassungsebenen. Die Ungleichheit des Umrisses lässt aber gerade Linien nicht zur Geltung kommen.

Miliolina circularis variatio sublineata Brady.

(Taf. II. 78. 79.)

Brady kennt diese Varietät nur von den Admiralitätsinseln aus 25 bis 50 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse stimmt im Umriss und in der Form mit Miliol. circularis, gehört zu den grösseren Vertretern dieser Art, hat eine Höhe von $0._{25}$ Millimeter. Der Umriss ist rundlich, am hinteren Ende zeigen sich einige Kerben im Umriss, indem sich zwischen den zwei umfassenden Schlusskammern die Mittelkammern etwas hervordrängen. Die Mündung wird gebildet durch das rund endende Schalenrohr der letzten Kammer. Das Eigenthümliche der Varietät ist eine zarte Rippenstreifung entlang den Kammern.

Miliolina bicornis Walker. Jakob.

(Taf. II. 73. 74.) Brady 171

Beginnt nach Brady im Miocän, lebt bis zu 200 Meter Tiefe in der gemässigten und heissen Zone in ziemlich ausgedehnter Verbreitung.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Die Grösse der Gehäuse schwankt von $0._{20}$ Millimeter Länge und $0._{10}$ Breite bis zu $0._{48}$ Länge und $0._{19}$ Breite. Der Umriss ist länglich oval, hinten gerundet, vorne abgeschrägt oder in einen Kragen verlängert. Die Schale bleibt immer ziemlich flach, die Stellung der Kammern schief aufrecht. Die beiden letzten Kammern nehmen wie bei



Miloculina die eine Fläche fast ganz ein, auf der anderen Fläche treten die Zwischenkammern in der Mitte als flache Wecken hervor. Die Kammerscheidewände schneiden bei grösseren Exemplaren tief ein, bei kleineren wenig. Die Oberfläche der Kammern ist längsgestreift mit Leisten, welche der Achsenrichtung der Kammern auch in der Biegung folgen. Die Längsleisten treten am Kielrande des Querschnitts als Kerbknoten vor. Die kleinen Exemplare dürften Trilocul. Brongniartiana d'Orbigny repräsentiren.

Miliolina (Triloculina) Rupertiana J. B. Brady.

(Taf. II. 82.) Brady 178.

Brady erwähnt diese Art als bekannt aus geringen Tiefen von Suez, Madagaskar, Papua, Ceylon.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das vorliegende Exemplar ist in seiner Form eine kleine Varietät der M. bicornis, ist $0._{20}$ Millimeter lang, eine Triloculina, am Rande oval, auf der Oberfläche mit Längsleisten geziert wie Miliol. bicornis, in der Tiefe der Rinnen zwischen den Leisten unterscheidet man in Reihen stehende Poren. Letztere Eigenschaft unterscheidet diese Form von M. bicornis. Die ähnliche M. scrobiculata unterscheidet sich durch den eigenthümlichen Kragen und mehr grübchenartige Oberflächenverzierung.

Miliolina (Triloculina) scrobiculata Brady.

(Taf. II. 75—77.) Brady 172.

Das von der Challengerexpedition aufgefundene Exemplar ist aus 30 Meter Tiefe von Nares-Harbour.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Das gefundene Exemplar ist $0._{36}$ Millimeter lang, länglich, flach, rundet sich hinten etwas seitlich ab, endet vorne mit einem Kragen, welcher als breiter, frei aufgesetzter, aber nicht hoher Hals beinahe die Breite des Gehäuses einnimmt, von oben gesehen als Längsrinne sich zeigt, welche die schlitzförmige Oeffnung birgt. Die Schale ist eine Triloculina, lässt, da die Scheidewände sehr wenig ausgeprägt sind, nur schwach erkennen, dass auf einer Seite zwei, auf der anderen drei Kammern sich abgränzen. Gegen den Kiel verschmälert sich das Gehäuse, ohne eine Kante zu bilden. Die Oberfläche trägt grubige Längsfurchen, welche aber nicht deutlich wahrzunehmen sind.

Miliolina maculata nov. spec.

(Taf. II. 85. 86.)

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.

Das Gehäuse ist kräftig gebaut, hat einen rundlichen Umriss, endet hinten in einen seitlich verzogenen Kegel, vorne in einen Hals. Die Seiten sind flach, der Rücken ist breit gerundet. Die beiden Schlusskammern stehen sich gegenüber, die letzte Kammer füllt die ganze Schalenlänge aus, endet hinten mit stumpfer Seitenecke, vorne verengt sie sich zu einem Kragen, welcher ohne Randwulst endend die Mündung birgt. Gegen die Mitte fällt die Kammer tief ab. Die vorletzte Kammer hat geringere Dimensionen, ist von der Schlusskammer hinten umfasst, vorne lehnt sie sich ohne merkliche Einschnitte an die Schlusskammer an. Die Mittelkammern sind klein und flach, beiderseits sichtbar, auf der einen eine, auf der anderen zwei. Die Oberfläche ist matt rauh und zeigt in nicht ganz ausgebildeten Längsreihen stehende Poren zwischen den Rauhigkeiten versteckt. Das Gehäuse hat $0._{70}$ Länge und $0._{50}$ Millimeter Breite. Spiroloculina Antillarum zeigt den gleichen Umriss, ist im Querschnitt aber flach und hat deutliche Längsrippen.

Miliolina (Triloculina) reticulata d'Orbigny.

(Taf. II. 83. 84.) Brady 177.

Nach Brady aus dem Tertiär bekannt und lebend in tropischen und subtropischen Corallenriffregionen beider Hämisphären aus Tiefen bis ungefähr 100 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar ist $0._{40}$ Millimeter lang und $0._{30}$ breit, hat Pfirsichkernform, ist vorne und hinten stumpf zugespitzt, in der Mitte am dicksten, baut sich aus drei aufrechtstehenden Kammern auf, welche durch verhältnissmässig wenig scharfe Scheidefurchen getrennt, am Querschnitt mit eckiger Wölbung vorstehen.

Das Hauptmerkmal ist die Verzierung der Oberfläche, ein gleichmässiges Gitterwerk, welches weite und tiefe Gruben umschliesst.

Miliolina (Triloculina) Linneana d'Orbigny.

(Taf. II. 80. 81.) Brady 174.

Fossil bekannt aus tertiären Schichten von Nussdorf bei Wien und von Ischia, wenn Mil. Josphina nach Brady mit dieser Art identificirt wird, wurde sie vom Challenger in Westindien und bei Madagaskar angetroffen und bei mehreren Corallenriffen der tropischen Zone im Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Fast einen Millimeter lang und ebenso breit hat das Gehäuse flache Seiten, ist am hinteren Ende gerundet, vorne schräg verengt. Kräftige Kammern laufen von einem Ende zum andern, die Schlusskammern umfassen sich, die Mittelkammern treten weniger deutlich hervor. Die letzte Kammer zeigt an ihrem Ende eine weit offen stehende Mündung, in dieser einen Zahn. Unregelmässig gereihte, tiefe Gruben der Schalenoberfläche stecken zwischen derben Leistenmaschen.

Miliolina separans H. B. Brady.

(Taf. II. 53. 54.) Brady 175.

Wird von Brady als Challengerbeute aus 15 und 285 Meter Tiefe von Booby- und Raine-Insel in der Torresstrasse, als Beute anderer Forschung aus der Sturmbay, Tasmanien, angeführt.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Während Brady für die von ihm entdeckten Exemplare eine Grösse von 2 Millimeter angibt, ist das vorliegende nur $0._{26}$ Millimeter hoch, im breitesten Theile bis zu $0._{07}$ Millimeter sich ausdehnend. Das Gehäuse ist flach, hat einen unregelmässigen Kammeraufbau, dürfte mehr mit Articulina zu vereinigen sein. Die ersteren Kammern sind wie Spiroloculina gerollt, d. h. übereinander übergreifend aufrecht gestellt, die letzte Kammer aber scheidet sich ab und steht einzeln, wie eine Nodosaria- oder Articulina-Kammer in der senkrechten Achse des Gehäuses. Diese letzte Kammer hat flaschenförmigen Umriss und endet vorne in einen Mündungskragen. Die Oberfläche ist fein porös und trägt kantige Längsleisten. Bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich die letzte Kammer derart in der Mitte der Seitenfläche vertieft, als wäre hier eine Mittelkammer zu suchen.

Miliolina agglutinans d'Orbigny.

(Taf. II. 55.) Brady 180.

Nach Brady kommt diese Art fossil vor in posttertiärem Thon von Norwegen und Schottland, lebend in allen Oceanen, mit Ausnahme des südlichen Atlantischen Meeres, aber auch in dem Mittelmeer und dem Rothen Meere.

Gazelle: Argulhas-Bank St. 38 — 214 M.

Bei $0._{70}$ Millimeter Länge und $0._{40}$ Breite hat das Gehäuse einen verlängert eiförmigen, nach beiden Enden sich verengenden Umriss. Die Schale zeigt sich aus auf-



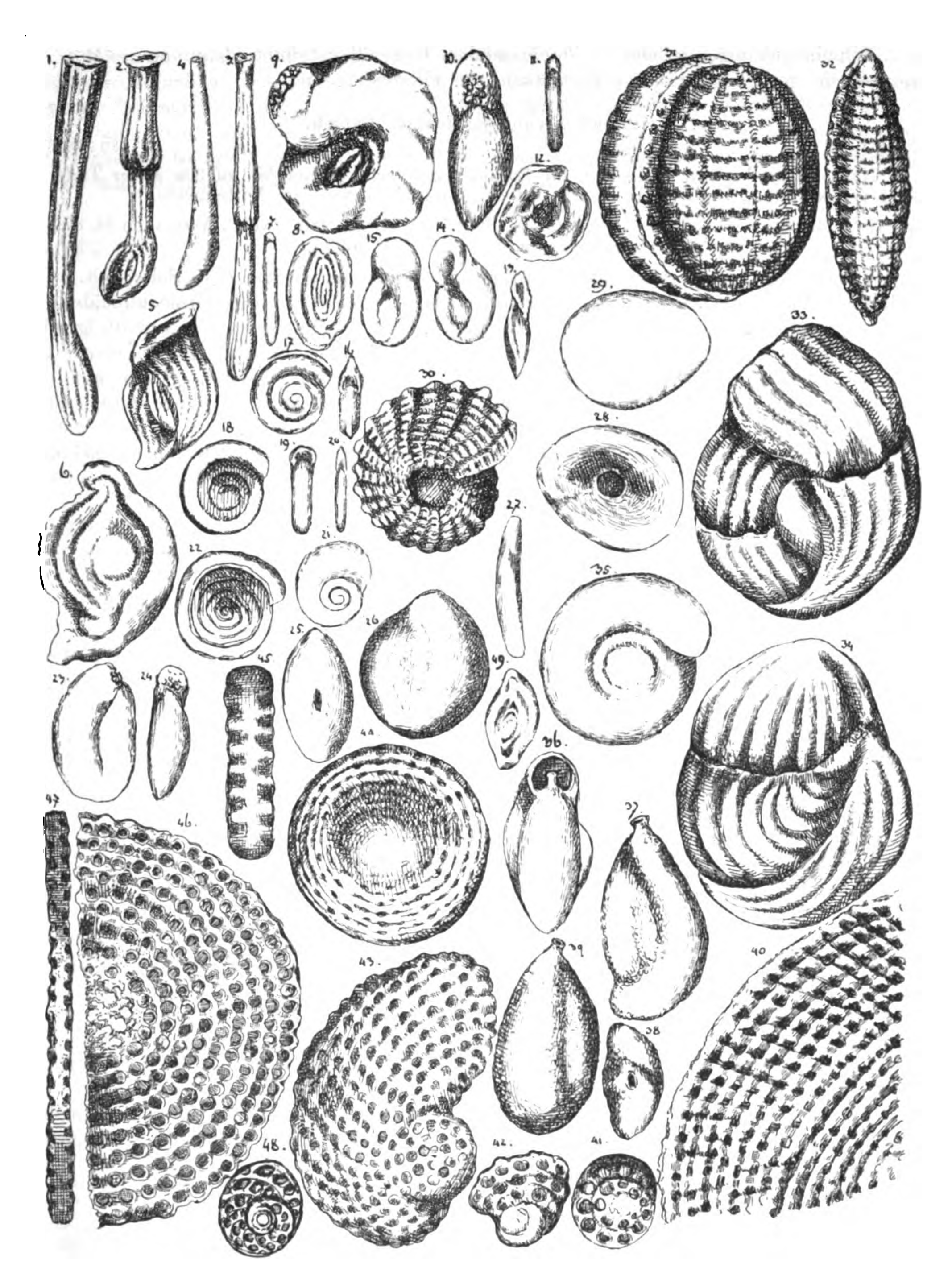
recht stehenden Kammern gebildet, von denen nur die letzte mit deutlichem Saume sich abgränzt von den Mittelkammern. Die mittleren Kammern ragen mit gleichmässiger schwacher Wölbung vor und bilden eine stumpfe Dreiecksform im Querschnitt. Die eine Seitenfläche zeigt zwei Kammern, die andere drei, doch ist eine scharfe Abgränzung nicht ausgeprägt. Die Mündung ist am Ende der Schlusskammer als rundliche Aushöhlung. Die Schale ist aus Körnern und Kalkcementkrusten gebildet. Wo letztere vorherrscht, erscheint die Oberfläche dicht feingekörnelt.

Die Dreiecksform des Querschnittes unterscheidet diese Art von Spiroloculina asperula, mit welcher sie im Umriss und in der Schalenstruktur vollständig übereinstimmt.

Tafel III.

Fig. 1 Articulina funalis,
„ 2 „ conicoarticulata,
„ 3 „ extensa,
„ 4 „ inornata,
„ 5 „ sulcata,
„ 6 Ophthalmidium inconstans,
„ 7 Spiroloculina (ophthalm.) complanata vom Rande,
„ 8 „ „ „ von der Seite,
„ 9 Haueriana compressa von der Seite,
„ 10 „ „ „ vorne,
„ 11 Planispirina exigua von vorne,
„ 12 „ „ „ der Seite,
„ 13 „ auriculata von vorne,
„ 14 15 „ „ „ der Seite,
„ 16 Cornuspira carinata von der Seite,
„ 17 „ „ „ vorne,
„ 18 „ involvens „ der Seite,
„ 19 „ „ „ vorne,
„ 20 „ foliacea „ „
„ 21 „ „ „ der Seite,
„ 22 „ crassi septata von der Seite,
„ 23 Hauerina compressa von der Seite,
„ 24 „ „ „ vorne,
„ 25 Planispirina communis von oben,
„ 26 „ „ „ der Seite,
„ 27 Squamulina laevis vom Rande,
„ 28 „ „ von unten,
„ 29 „ „ „ oben,
„ 30 Peneroplis pertusus,
„ 31 Alveolina melo,
„ 32 „ longa,
„ 33 34 Vertebralina striata von der Seite,
„ 35 Planispirina contraria „ „ „
„ 36 „ „ „ vorne,
„ 37 39 „ celata von der Seite,
„ 38 „ „ „ oben,
„ 40 Orbitolites complanatus,
„ 41 42 Orbiculina adunca jung,
„ 43 „ „
„ 44 „ compressa von oben,
„ 45 „ „ vom Rande,
„ 46 Orbitolites marginalis von oben,
„ 47 „ „ vom Rande,
„ 48 „ Jugendform,
„ 49 Ophthalmidium inconstans, Jugendform.

III



Articulina d'Orbigny.

Miliolinagehäuse, welche in umfassender Gegenüberstellung beginnen, dann die Kammern in gerade gestreckter Fortsetzung an einander reihen.

Articulina conicoarticulata Batsch.

(Taf. III. 2.) Brady 185.

Nach Brady beginnt diese Art im Eocän, findet sich lebend bis zu 900 Meter Tiefe im Gebiet der wärmeren Breitegrade namentlich bei Westindien, auch im Mittelmeere.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selt.

Vollständig in der Form übereinstimmende Exemplare sind eine Seltenheit. Die regelmässig ausgebildeten Gehäuse tragen als Artkennzeichen eine spiroloculinaähnliche Einrollung kurzer, halbbogenförmiger Kammern, an welche sich die weiterfolgenden Kammern mit schachtelhalmartiger Gliederung in geradliniger Reihenfolge ansetzen. Die Kammern in der geraden Reihenfolge sind mit Längsleisten besetzt. Auch auf den Kammern der Einrollung finden sich Spuren der Längsleisten. Am vorderen Ende erweitern sich die Schlusskammern zu einer urnenartigen Mündung.

Die Höhe der Schalen schwankt sehr und erreicht etwa $0._{30}$ Millimeter bei ausgebildeteren Gehäusen.

Articulina funalis Brady.

(Taf. III. 1.) Brady 185.

Nach Brady ist diese Art in Tiefen von 36 bis 275 Meter bei den Kerguelen, bei den Prinz Eduards-Inseln, bei Papua angetroffen worden.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist ein schmaler Cylinder, welcher aus einem hinteren kolbigen Ende herauswächst, dünner als der Kolben sich fortsetzt, allmählig und gleichmässig anschwillt, je länger der Schalenkörper wird, gleichmässig sich verdickend. Die Schale lässt aneinander gereihte Kammern, welche mit horizontalen Scheidewänden sich abgränzen, mit Sicherheit nicht erkennen. Die Oberfläche ist mit zierlichen, dicht stehenden Längsleistchen besetzt. Die Schale erreicht bei $0._{45}$ Millimeter im Kolben des Endes einen Dicken-Durchmesser von $0._{10}$ Millimeter.

Articulina extensa n. spec.

(Taf. III. 3.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Diese in idealer Vergrösserung dargestellte Variation von Art. funalis ist $0._{16}$ Millimeter lang, im stärksten Theile $0._{03}$ Millimeter breit, ist aus zwei Kammern gebildet, welche ganz gerade gestreckt einachsig sich aneinander reihen, an der Stelle, wo sie sich verbinden, eine schwache Einschnürung zeigen. Beide Kammern verschmälern sich kaum merklich nach vorne, die letzte Kammer trägt vorne einen schmalen Lippensaum als Mündungskranz, die erste Kammer endet hinten in eine eiförmig gerundete Spitze. Die Schalensubstanz zeigt sich bei durchfallendem Lichte grünlichbraun, die Schalenoberfläche trägt Längskanten von hinten nach vorne.

Diese Form ist eine Variation der Articulina funalis, unterscheidet sich von derselben dadurch, dass keine Einrollung der Anfangskammern besteht, auch nicht die knollenartige Verdickung des hinteren Endes.



Articulina inornata Brady.

(Taf. III. 4.) Brady 186.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Diese als selbständige Form sehr zweifelhafte Variation von Articul. funalis ist ein länglicher Schlauch, welcher am hinteren Ende mit einem kolbig verdickten, seitlich verzogenen Anfangstheile beginnt, gegen das Ende fortgesetzt sich verschmälernd gerade ausläuft, keine deutlichen Kammereinschnitte erkennen lässt, vorne wie abgebrochen endet. Das Gehäuse ist glatt auf der Oberfläche, misst $0{.}_{22}$ Millimeter Länge, im schmalsten Theile $0{.}_{03}$ Millimeter Breite.

Articulina sulcata Reuss.

(Taf. III. 5.) Reuss — Neue Foraminiferen des österreichischen Tertiärbeckens.

Diese von Reuss aus dem Miocän von Felsölapugy und Wieliczka beschriebene Art lebt nach Brady in Tiefen von 70 bis 800 Meter bei Bermuda, Honolulu, Kandavu, den Raine- und Culebra-Inseln.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige.

Bei einer Höhe von $0{.}_{20}$—$0{.}_{30}$ Millimeter erscheint das Gehäuse aufgebaut aus verkehrt gegenüber gestellten Kammern. Diese gleichen gebogenen Urnen mit gerundetem Boden und zu einem breiten Napf mit Saum erweitertem oberen Rande. Dieser Napfrand ist, namentlich bei höheren Exemplaren, auch an der vorletzten Kammer als am Umriss vorspringender Kegel erhalten, wo letzte und vorletzte Kammer in einander übergehen. Die Oberfläche der Schale trägt Längsfurchen, welche der Bogenrichtung der Kammern folgen.

Vertebralina d'Orbigny.

Die Anfangskammern stehen sich wie bei Miliolina in ebener Aufrollung gegenüber, dann reihen sich die Kammern in gestreckter Einzelfolge.

Vertebralina striata (d'Orbigny) Brady.

(Taf. III. 33. 34.) Brady 187.

Diese Art findet sich nach Brady in den Tropen-Meeren in unbedeutenden Tiefen, im Zerreibungssand der Corallenriffe und im Sande der Küsten.

Gazelle: Amboina St. 101 a — 55 M. selt.

Zwei Bruchstücke von 1 und 2 Millimeter Länge haben rundlichen Umfang, bauen sich in flacher Spirale, Kammer an Kammer der Länge nach aneinander gereiht, auf. Die ersteren Kammern werden von den folgenden nur einmal umkreist, dann treten sie ohne Windung in gerade Richtung. Die Scheidewände sind zur Kammerlänge rechtwinklig stehende Einschnürungen. Die Schalenoberfläche ist dicht besetzt mit derben Längsleisten, welche parallel der Kammerlänge verlaufen. Die Mündung ist ein Spalt, welcher von einem derben Saum in Form eines verlängerten Hufeisens umschlossen ist.

Ophthalmidium Kübler.

Die Schale entwickelt sich aus scheibenförmiger Mittelkammer und stellt erst im fortschreitenden Wachsthum je zwei Kammern, in Anlagerung an die Mittelscheibe, in Einzelnkammern getrennt einander gegenüber.

Ophthalmidium inconstans H. B. Brady.

(Taf. III. 6. 49.) Brady 189.

Nach Brady kommt diese Art vor in Tiefen von 180 bis 4200 Meter im nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und Stillen Oceans, in der Südsee.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101 a — 55 M. selt.

Das Gehäuse sieht sich auf dem Objektträger im durchfallenden Lichte als ein Oval an, welches, aus einem fortlaufenden Kanale gebildet, an der Begränzung gegen die nächste Windung und am Schalenrande einen dunkler gefärbten Saum erkennen lässt. Dieser Kanal bildet, aus der flachen Centralscheibe mit seinem Saume beginnend, eine fortgesetzte Ovalwindungsreihe. Spätere Windungen knicken sich am vorderen und hinteren Endtheile der Schale ein. Die Schale ist dünn und flach, die inneren Windungen erhöhen sich, bei auffallendem Lichte, etwas, zwischen diesem Flachoval und der gleichfalls stärkeren Schlusswindung senkt sich die Schale ganz flach ein. Die Schale misst im längsten Durchmesser $0._{30}$ Millimeter. Der Umriss ist nie regelmässig oval, stets mehr oder minder verschoben.

Hauerina d'Orbigny.

Die Schale beginnt mit Gegenüberstellung einzelner Kammern in ebener Aufrollung, entwickelt aber in den folgenden Windungen mehrere Kammern.

Hauerina compressa d'Orbigny.

(Taf. III. 9. 10. 23. 24.) d'Orbigny, Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Diese von d'Orbigny aus dem Wiener Tertiär beschriebene Art hat nach Brady lebend nur spärliches Vorkommen bei Australien und Neuguinea in Tiefen von 10—280 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das flache Gehäuse hat rundlichen Umriss, eine centrale Einrollung, welche bei gut entwickelten Exemplaren auf beiden Flächen die Einzelnkammern wahrnehmen lässt. Eine verhältnissmässig gross entwickelte Schlusswindung umgreift ammonitenartig die vorausgegangene und fällt mit einem tiefen Windungssaum gegen die Centralgrube ab. Die einzelnen Kammern der Schlusswindung sind unregelmässig verdrückt und werden nicht immer durch deutliche Scheidelinien abgetrennt. Eigenthümlich ist dieser Art, dass an der Vorderfläche der Schlusskammer statt einer Oeffnung mehrere grössere Knötchen sitzen. Ein jüngeres Exemplar (Taf. III. 23. 24) hat die Gestalt einer Planispirina celata, aber die charakteristischen Knötchen an dem Ende der Schlusskammer. Grösse des entwickelten Gehäuses $0._{55}$ Millimeter Durchmesser.

Planispirina Sequenza.

Die Planispirinen sind porzellandichte oder feinsandig gebaute Miliolinen, welche die Kammern in Gegenüberstellung neben einander aufstellen, einen Theil derselben als Hohlraum der Kammern erweitern, mit dem anderen lamellenartig sich verengen. Die Schalen sind frei, stellen mehr oder minder flache Scheiben oder Ovale dar.



Planispirina sigmoidea Brady.

(Taf. IV. 9. 10.) Brady 147.

Brady erwähnt diese Art aus Tiefen von 580 bis 1700 Meter von Westindien, den Azoren, Pernambuco.

Gazelle: Westl. Australien Dirk Hartog St. 86 — 82 M. selt.

Das Gehäuse hat Mandelgestalt, ist symmetrisch gebaut aus zwei Körperhälften, welche im Querschnitt dem breiten Randkiel sich in der Weise anlagern, dass die Querachsen der beiden Hälften sich schräg gegenüber stehen. Die Oberfläche ist glatt, porzellanglänzend, der Umriss hat vorne und hinten gleichmässige Verengung mit welliger Einbuchtung vor dem Ende, am vorderen Ende sitzt die rundliche Oeffnung. Die grösste Schalenbreite ist in der Hälfte der Schalenhöhe. Die Flächen zeigen zarte Längsfurchen, mehr angedeutet als entwickelt zwischen diesen die Rücken der einzelnen Kammern. Die Höhe ist $0._{36}$, die Breite $0._{25}$ Millimeter.

Planispirina celata Costa.

(Taf. III. 37—39.) Brady 197.

Fossil im Jungtertiär Italiens und auf den Nikobaren findet sich diese Art lebend in allen Meeren bis zu 3000 Meter, meist als Bewohner der tieferen See.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist bei $0._{20}$ bis $0._{30}$ Millimeter Länge im Umriss bohnenförmig, hinten gerundet, vorne verengt, die Flächen sind ungleich, die eine ist gewölbt, die andere flach, die flache lässt drei, die gewölbte zwei Kammern erkennen, welche aufrecht stehend durch seichte Nähte getrennt werden. Die Schale ist matt, wie angegriffen auf der Oberfläche, die Schlusskammer trägt am vorderen Ende eine ganz kleine Röhre mit der Oeffnung.

Planispirina celata und sigmoidea sind nur dadurch verschieden, dass letztere eine porzellanglatte, dichte, erstere eine feinsandige Schale hat.

Planispirina exigua H. B. Brady.

(Taf. III. 11. 12.) Brady 196.

Nach Brady ist diese Art eine Seichtwasserform der tropischen Meere, meist im Zerreibungssand der Korallenriffe zu finden, kommt aber auch in Tiefen bis zu 1200 Meter vor.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selten; Mauritius St. 66 — 411 M. selten; Westaustralien St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse ist scheibenrund, hat $0._{12}$ Millimeter Durchmesser, eine flache Aufrollung zarter Röhren, welche wie aus einem Tubus gebildet sich umschliessen, aber auf der Hälfte oder dem dritten Theile je eines Umlaufes durch eine schräg abtrennende Scheidewand unterbrochen werden. Die Anfangswindungen im Inneren der Scheibe zeigen eine Unterbrechung nicht. Die Schlusswindung ist die kräftigste, ihr Rohr fällt nach dem äusseren Rande und nach dem inneren Windungssaume in gleicher Wölbung ab. Die Mündung ist der hohle Abschluss des Windungsrohres am Schalenende.

Im auffallenden Lichte lassen sich die Kammerabscheidungen nicht so deutlich erkennen wie im durchfallenden.

Planispirina auriculata n. sp.

(Taf. III. 13—15.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. einige; Westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.; St. 90 — 359 M. mehrf.

Diese Art ist nach dem flachen Aufbau der sich gegenüberstehenden Kammern eine Spiroloculina, aber die trompetenförmige Endigung in der Schlusskammer in ein weit



offen stehendes Ohr lässt sie bei Spiroloculina nicht einstellen. Es wird desshalb die Einreihung bei Planispirina versucht.

Das Gehäuse ist oval im Umriss, sehr flach, hat scharfen Kiel, ist hinten gerundet, endet vorne in ein flaches, rundes Ohr mit frei abstehendem Rande. Die Seiten zeigen breite Schlusskammern, welche in der halben Schalenbreite sich zu einer flachen Kante erhöhen, von da nach dem Kiele und nach dem Saume gegen die Schalenmitte flach abfallen. Die Mittelkammern sind aufrecht gestellt, treten im Schalenquerschnitt nicht heraus, weder mit Zacken, noch mit Buckeln. Die Schalenhöhe ist $0._{15}$ bis $0._{25}$ Millimeter. Die Mündung ist von der Ohrmuschel umschlossen. Die Oberfläche ist glatt.

Durch die glatte Oberfläche, das mehr ausgebildete Ohr und die längere Form des Umrisses unterscheidet diese Art sich von der ähnlichen, aber mit Längsleisten bedeckten Spiroloc. convexiuscula, welche Brady abbildet in Tafel X.

Cornuspira Schultze.

Flache, porzellanschalige Scheibe, gebildet aus einer ununterbrochenen, in der Ebene eingerollten Röhre, deren Mündung das offene Ende dieses Rohres bildet.

Cornuspira involvens Reuss.

(Taf. III. 18. 19.) Brady 200.

Nach Brady im Tertiär beginnend findet sich diese Art im nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean, in der Südsee bis zu Tiefen von 3600 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. einige.

Die Schale ist rund, hat einen Scheibendurchmesser von $0._{12}$ bis $0._{18}$ Millimeter, ist ein vom Mittelraume aus fortlaufend sich umkreisendes Rohr. Der Mittelraum ist eine bald kleinere, bald grössere Fläche, aus welcher die Röhre sich mit einem Male auslöst. Die Röhre wächst sehr gleichmässig, die folgenden Windungen greifen, gegen den Saum etwas abfallend, breiter werdend über. Dadurch gewinnt die Schale eine stärkere Breite des Randes und sinkt schwach concav gegen die Mitte tellerförmig ein. Die Zahl der Windungen ist verschieden, manchmal sind deren viele, manchmal nur wenige. Der Rand der Schale ist eben. Im durchfallenden Lichte sehen die Windungssäume wie eine Falzleiste aus durch das Uebergreifen der späteren Windung über die vorhergehende. Die Schalen sind moosgrün im durchfallenden, porzellanglänzend im auffallenden Lichte. Die Mündung ist das offene Ende des Rohres.

Cornuspira crassisepta H. B. Brady.

(Taf. III. 22.) Brady 202.

Diese Art ist nur bekannt von dem warmen Strom des Kanales von Faröe aus 960 M. Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 Meter selten.

Das flache, scheibenrunde Gehäuse hat $0._{12}$ bis $0._{20}$ Millimeter Durchmesser, ist auf beiden Flächen etwas eingedrückt. Der Rand ist stumpfkantig. Im durchfallenden Lichte erscheint die Schale moosgrünfarbig. Bei auffallendem Lichte ist die Oberfläche der Schale matt. Auf der Fläche erheben sich, von der Centralscheibe aus fortgerollt, wenig erhabene Randsäume, die Abgränzung der in schmalen Windungen laufenden Kreise, welche, einer über dem anderen sich anreihend, die Aufrollung des Rohres bilden.



Cornuspira carinata Costa.

(Taf. III. 16. 17.) Brady 201.

Diese Art findet sich nach Brady fossil im Septarienthone Norddeutschlands und im Tertiär Italiens, lebend von 125 bis 3000 Meter Tiefe im nördlichen Atlantischen Ocean bei Irland, Norwegen, Westindien, im Mittelmeer, in der Torresstrasse.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M., St. 67 — 847 M. selt.; Westaustralien St. 90 — 359 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1187 M. selt.

Das Gehäuse ist flach, kielschneidig gerandet, bildet eine Scheibe von $0._{12}$ bis $0._{18}$ Millimeter Durchmesser, besteht aus einem einzigen, von einer Centralscheibe, der Anfangszelle, ausgehend sich aufrollenden Rohre, welches mit zunehmendem Schalenwachsthum wenig in Dicke, aber merklicher an Höhe zunimmt. Die Schalenmitte ist schwach vertieft. Die Windungen werden scharf abgegränzt durch den unteren Rand des Rohres. Das Rohr selbst ist in der Mitte schwach kantig und fällt gegen den Saum ab, demselben eine sanfte Kehlung gebend. Die Mündung ist das offene Schalenende.

Cornuspira foliacea Philippi.

(Taf. III. 20. 21.) Brady 199.

Brady vereinigt unter diesem Artnamen verschiedene Symonyme anderer Autoren aus dem Tertiär vom Eocän an, und benennt als Fundstätten der lebenden Art das Atlantische Meer in seinem nördlichen und südlichen Theile, die Australischen Inseln, den Aufenthalt vom Seichtwasser bis zu 2800 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das einzige Exemplar, welches gefunden worden, hat $0._{13}$ Millimeter Scheibendurchmesser, hat im Umriss Scheibenform, ist flach und rollt sich als fortlaufende Röhre aus der Centralscheibe in der Höhe rasch zunehmend auf. Die Höhe des Rohres ist beträchtlich gegen die Höhen anderer Cornuspiren. Die Oberfläche der vorliegenden Schale ist stark angegriffen.

Peneroplis Montfort.

Montfort hält als charakteristisch für Peneroplis die anfänglich spirale Einrollung und die später in gerader Fortsetzung gereihte Folge der Kammern. d'Orbigny stellt bei Dendritina jene Gehäuse ein, welche nur die spirale Rolle darstellen. Gemeinschaftlich trifft für diese Gruppe die geradlinige Einschnürung der Kammern und deren Verzierung mit Leisten und Poren. d'Orbigny legt noch besonderen Werth auf die dendritische Verästelung der Mündung.

Peneroplis pertusus Forskål.

(Taf. III. 30.) Brady 204.

Peneroplis ist in den von d'Orbigny abgegränzten Formen eine Foraminifere der tropischen und subtropischen Meere, lebt in geringer Tiefe, geht aber auch noch bis 800 Meter und reicht fossil bis zum Eocän zurück.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse zeigt bei $0._{18}$ bis 1 Millimeter Durchmesser beide Flächen gleichmässig in der Mitte eingesunken, ist am breitesten am Ende der letzten Windung, welche am breiten und tiefen Nabel steil abfällt und am Rande nur von den Scheidelinien der zahlreichen Kammern schmal eingeschnitten wird. Die einzelnen Kammern zeigen sich auf der letzten Windung tief eingeschnitten in ihrer seitlichen Wölbung, und tragen da zur Kammerscheidewand rechtwinklig gestellte Leisten und Furchen geringer Breite. Durch diese Verzierung zeichnet sich die Schale als dem Windungsrohre entlang gefältelt aus. Der Rücken des Gehäuses ist gerundet, die Schale dicht porös, und erscheinen die Poren auf den Querleistchen in Reihen gestellt.

Orbiculina Lamarck.

In der Fläche eingerollte, porzellanartige Schalen, deren erstere Windungen mehr oder weniger reitend oder auch umfassend sich übereinanderlegen, eng bleiben, aber regelmässig sich in Kammern abscheiden. Brady vereinigt alle Formen mit der Orbic. adunca.

Orbiculina adunca Fichtel und Moll.

(Taf. III. 41—43. 48.) Brady 209.

Nach Brady findet diese Art sich wahrscheinlich schon im Eocän, lebend ist sie heimisch in tropischem, seichtem Meere, geht bis 800 Meter Tiefe und ist angetroffen worden im Mittelländischen, Rothen Meere, bei den Cap Verdeinseln, Westindien, den Ostindischen Inseln, den Philippinen.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Eine Anfangskammer dient als Centralkern zum Ausgangspunkte für die anfangs kürzeren, nicht immer ganz umfassenden, in Reifen sich anschliessenden Kammern. Diese Reife sind schmale Windungen, von gleich grossen rundlichen oder ovalen Kammern gebildet, welche in einem mit feinen Poren bedeckten Maschengerüste stecken. Die Gerüstlinie, welche den concentrischen Uebereinanderlagerungen die Windungsabgränzung verleiht, sind etwas derber. Da diese concentrischen Ringe nicht immer sich ganz umfassen, gewinnt das Gehäuse etwas Nautilusform (Fig. 43). Die vorwaltend symmetrische Lagerung der Kammer lässt aber zugleich in Bogenlinien vom Centrum nach dem Rande verlaufende Furchen unterscheiden, wenn die Schale etwas mehr Umfang ($0._{60}$ Millimeter) erreicht. Figur 48 steht als Jugendform zwischen Orbiculina und Orbitolites.

Orbiculina compressa d'Orbigny.

(Taf. III. 44. 45.) Brady 209.

Nach Brady theilt diese Art ihr Vorkommen mit Orbic. adunca.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Eine auf beiden Flächen schwach eingesunkene Scheibe mit verhältnissmässig breiterem, wenig gewölbtem Rande. Beide Flächen zeigen regelmässig concentrische, nicht tief eingedrückte Kammerreihen, die Kammern als ovale Grubenlöcher. Die Schalenmitte zeigt eine flachgewölbte Centralscheibe. Der Rand stellt ein in der Mitte ununterbrochenes Band dar, dessen Rand zu beiden Seiten von den gegen den Rand ausmündenden Kammergruben alternirend unterbrochen wird. Scheibendurchmesser gegen $0._{50}$ Millim.

Brady betrachtet diese concentrisch geschlossene Form als die ausgewachsene Orbiculina adunca.

Orbitolites Lamarck.

Flache Scheiben von meist beträchtlichem Umfang, gebildet aus Kammern, welche sämmtlich, oder doch grösstentheils in concentrischen Ringen sich lagern mit am Rande austretender Mündung.

Orbitolites marginalis Lamarck.

(Taf. III. 46. 47.) Brady 214.

Nach Brady aus Tiefen bis zu 1150 Meter bekannt aus dem Rothen, Mittelländischen Meere, von Madagaskar, Bermuda, Westindien und den Inseln des Stillen Meeres.

Gazelle: Westküste von Afrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Die Schale beginnt ihren Aufbau von einer Anfangskammer aus, um welche sich die folgenden Kammern zunächst in kurzen, dann immer längeren Kammerreihen (Windungen) anlegen, bis der Ring sich völlig schliesst und die folgenden Windungen als con-

centrische Ringe sich, einander umfassend, anreihen. Die Kammern sind rundliche Vertiefungen, welche in den ersteren Kammerreihen in der Regel ebenso gross sind, wie in den letzteren Ringen. Der Rand der Schale ist münzenartig geebnet oder doch wie bei den Münzen ebenso breit, als die Schale dick ist, und zeichnet sich aus durch eine Mittellinie, an welche die Mündungen und Zwischenwälle alternirend von der Seite her sich anlehnen.

Orbitolites complanata Lamarck.

(Taf. III. 40.) Brady 218.

Nach Brady hat diese Art eine weite Verbreitung, ist Seichtwasserform, geht bis 800 Meter Tiefe, lebt vorzugsweise im Tropengebiet. Angetroffen wurde diese Form bei den Sandwichs-, Fidschi-, Freundschafts-Inseln, bei Pernambuco, Bermuda, Westindien, Cap Verdeinseln, im Indischen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. einige.

Die flachen, 1—2 Millimeter Durchmesser erreichenden Gehäuse, zeichnen sich aus durch gleich grosse Kammern in concentrischen Windungen. Die Kammergruben sind zugleich symmetrisch gelagert und es machen die Furchen, welche über die Kammern weg von der Schalenmitte gegen den Rand sich entwickeln, strahlenförmige Rinnen, welche häufig kräftiger entwickelt sind als die concentrischen Ringe, welche den Windungen entsprechen. Der Rand dieser Schalen ist nicht breit, uneben.

Alveolina d'Orbigny.

Kugelige oder elliptische Gehäuse, deren Kammern meridianartig sich um eine kürzere oder längere Achse reihen, dabei in zahlreiche, zum Meridian rechtwinklig stehende Querkämmerchen abgetrennt sind. Die Mündung wird vertreten durch grosse, dem Meridionalende der Schlusskammer entlang sichtbare Löcher.

Alveolina melo Brady.

(Taf. III. 31.) Brady 223.

Brady gibt das fossile Vorkommen dieser von ihm nach Fichtel und Moll bezeichneten Art aus dem Nummulitenkalk Ungarns, aus dem französischen Eocän und dem Miocän von Wien an. Lebend citirt dieser Autor diese Art von Westindien, Bermuda, Cap Verde-Inseln, Ascension, Golf von Suez aus Tiefen von höchstens 80 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. einige; St. 66 — 411 M. selten; Westl. Australien St. 86 — 82 Meter selten.

Das Gehäuse ist kugelförmig, zuweilen in der Achse auch etwas verlängert. Der Breitendurchmesser erreicht $1^1/_2$ Millimeter. Die Schalenoberfläche erscheint gebildet aus schmalen Kammern, welche von einem Pole zum andern verlaufen. An beiden Polen vereinigen sich die Kammern mit ihren schmalen Endigungen, auf der Schalenwölbung sind die Kammern etwas breiter. Die Fläche der Kammern ist mit eng stehenden, zum Kammersaume, dem Meridian, senkrecht gestellten Leisten bedeckt. Die letzte Kammer schliesst mit einem Randsaume, welcher steil abfällt gegen die vorletzte Windung. Gut erhaltene Exemplare zeigen diesen Saum mit grossen Poren besetzt.

Alveolina longa Cziczek.

(Taf. III. 32.) Cziczek — Beitrag zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat ungefähr $1._2$ Millimeter Höhe, $0._{40}$ Breite, ist verlängert walzenförmig, verengt sich zu Eispitze an beiden Enden, ist rund im Querschnitt. Die Kammern



laufen, durch tiefe Einschnitte getrennt, in der Mitte etwas breiter werdend, von einem Ende zum anderen. Die Kammerflächen tragen zahlreiche Leisten, welche von gleich breiten Zwischenfurchen begleitet, senkrecht auf den Kammerscheidewänden stehen.

Brady vereinigt diese Form mit Alveol. Boscii Defrance, allein die hier gefundenen Gehäuse weichen von Brady's Abbildung Taf. XVII darin ab, dass sie nicht so viele und viel derbere Leisten und entsprechend weitere Zwischenfurchen haben, als sie bei Brady's Alveol. Boscii gegeben sind.

Squamulina Schultze.

Glatte, wenig, aber ziemlich gleichmässig dicke Schale, welche oben schwach convex, unten im gleichen Verhältniss eingesunken, wie eine plattgedrückte Blase nur einen Hohlraum umschliesst, zu welchem von der Fläche aus eine rundliche Oeffnung führt.

Squamulina laevis Schultze.

(Taf. III. 27—29.) Max Sigmund Schultze, über den Bau der Polythalamien. 1854.

Schultze beschreibt diese Art als lebend bei Ancona.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Bei einer Länge von $0._{27}$ Millimeter erscheint das schildförmige Gehäuse im Umriss breit — ungleichseitig eiförmig, fast eben, auf der oberen Fläche schwach gewölbt, auf der entgegengesetzten sehr wenig vertieft. Der Rand ist ringsum gerundet, nur eine kleine Verschmälerung des Randes lässt vermuthen, dass hier nach Art der Kammerscheidewände eine Abtrennung des inneren Raumes der Schalenhöhlung wenigstens angedeutet ist. Auch lässt sich eine Spur von Furche von dieser Randkerbe, gegen die auf der concaven Fläche befindliche weite runde Mündung verlaufend, undeutlich erkennen. Die Oberfläche ist glatt.

Nubecularia Defrance.

Nubecularia schmiegt sich nach Carpenter an die Form aller Körper, auf welchen sie aufwächst, deren Fläche sie sogar benützt, ohne die Höhlung der eigenen Schale ganz zu schliessen. Die Form der Nubecularia ist desshalb eine sehr unbeständige. Die Regel bildet eine spirale Anfangskammer. Die weitere Entwicklung setzt im Kreise oder in gestreckter Richtung mit mehr oder minder deutlicher Kammerabgränzung fort.

Nubecularia ? lucifuga Defrance.

(Taf. XXI. 4—7.) Brady 134.

In verschiedener Benennung kommt nach Brady diese Art schon im Tertiär vor, lebend findet sie sich in meist geringer Tiefe bei den Freundschafts-Inseln, Australien, im Mittelländischen Meere, in West- und Ostindien, an der englischen Küste.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar ist ungefähr zwei Millimeter lang, macht nach seinem Umriss den Eindruck einer Koralline, ist lang gestreckt, ähnelt sehr der von Brady gegebenen Abbildung von Carpenteria proteiformis, doch entbehrt das vorliegende Gehäuse der weiten Poren auf der Schalenoberfläche. Drei bauchige Kammern von eiförmiger Gestalt folgen sich in gerader Reihe, sind durch ungleichmässige Einschnürungen getrennt. Vorne verengt sich die Röhre zur rundlichen Endwulstung, in deren Tiefe (Fig. 6) eine runde enge Oeffnung verborgen ist. Das hintere Ende schliesst — vielleicht abgebrochen — mit einer Vertiefung ab. Auffallend verschieden ist die Anwachsfläche des Gehäuses. Das Gehäuse war aufgewachsen in seiner ganzen Länge. Die Ränder bilden einen wulstigen Saum auf beiden Seiten und ein Theil der unteren Kammer-

wand (Fig. 4) fehlt, wie es den Nubecularien zum Theil eigen ist. Die Kammerhöhlung erscheint an den auf der Anwachsfläche sichtbaren offenen Stellen nur als einfacher, ungetrennter Raum.

B. Sandschalige Foraminiferen.

Aus Sand oder chitinöser Masse feinfilzig sich aufbauende Gehäuse, welche nicht zu den Foraminifera perforata, nicht zu den imperforata gehören, der Form nach aber doch entweder zu den einkammerigen, mehr oder weniger regelmässig kugelig gestalteten, oder zu einreihig gestreckten, oder auch in Spirale gerollten nautiloiden oder turbinoiden Foraminiferenschalen zugetheilt werden können.

Brady stellt sie zwischen die Imperforaten und Perforaten.

Difflugia Bütschli.

Schale mit Fremdkörpern (Sandkörnchen) inkrustirt, welche durch ein chitinöses Bindemittel verkittet werden.

Difflugia pyriformis Perty.

(Taf. IV. 20. 21.) Bütschli — Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. 1880—1882.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Dieses nur in einem Exemplar gefundene Gebilde von 0.25 Millimeter Länge und 0.16 Breite hat im Umriss Aehnlichkeit mit einer Lagena, ist ein ziemlich regelmässiges Oval mit einem vorne ansitzenden Schnauzenende. Die Gestalt des Querschnittes ist rund, doch treten am Rande des Querschnittes sowie im seitlichen Umriss des Ovales knotige Vorsprünge hervor. Die Schale ist aus lauter kieselklaren Steinchen gebildet, welche in den Berührungslinien schwach aneinandergelöthet dem Umriss die knotigen Vorsprünge verleihen, während die Fläche der Steinchen eingesunken erscheint wie die Fläche randig aufstehender Schuppen. Eine deutliche Oeffnung ist nicht zu erkennen. Dass die Steinchen einen Hohlraum umschliessen, konnte leider bestimmt erkannt werden, da das Gehäuse beim Präpariren in Trümmer ging.

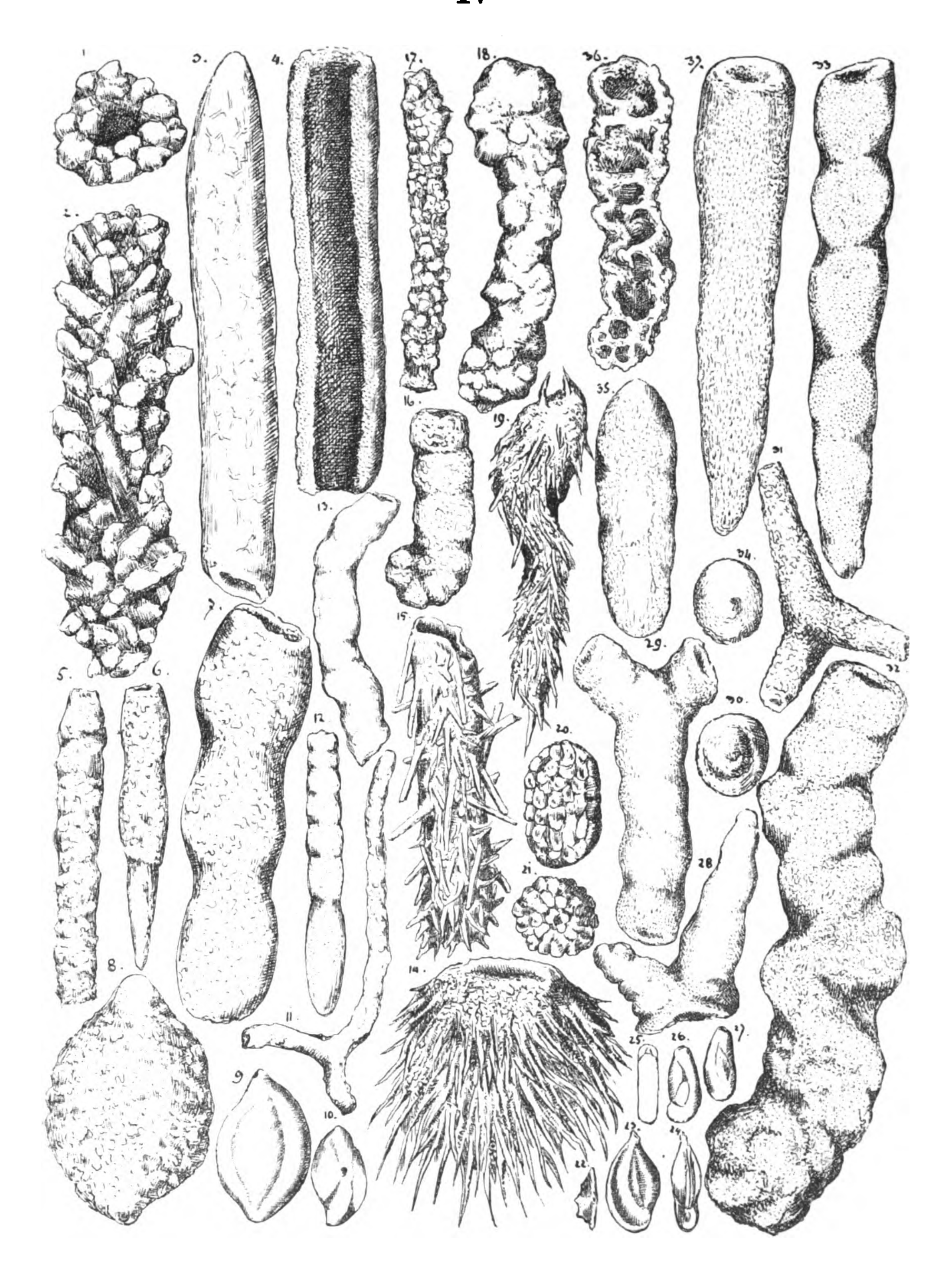
Difflugia roseolata n. sp.

(Taf. XXI. 3.)

Gazelle: Westlich Australien Dirk Hartog St. 86 — 82 M. selt.

Das Gehäuse ist 1¼ Millimeter lang, walzenförmig, hat runden Querschnitt, verschmälert sich nach vorne, ist hinter der Mitte am breitesten, endet hinten mit stumpfer Eispitze. Vorne setzt sich ein undeutlich abgegränzter Mündungskragen an. Die Schale ist aus lauter fast gleich grossen, rundlichen Körnern gebildet, welche dicht aneinanderliegen und stellenweise eine rosettenartig in Kreisen sich lagernde Aneinanderreihung zeigen. Die Mündung sitzt im Kragen als nicht scharf gezeichnete Oeffnung.

IV



Tafel IV.

Fig. 1 Pelosina cylindrica von oben,
„ 2 „ „ von der Seite,
„ 3 „ spiculotesta,
„ 4 Hyperammina friabilis,
„ 5—7 Rheophax nodulosa,
„ 8 Saccammina sphaerica,
„ 9 Planispirina sigmoidea von der Seite,
„ 10 „ „ „ oben,
„ 11 Hyperammina arborescens,
„ 12 13 Rheophax nodulosa,
„ 14 „ hystrix,
„ 15 Hyperammina ramosa,
„ 16 Haplophragmium agglutinans,
„ 17 Rhizammina indivisa,
„ 18 Rheophax scorpiurus,
„ 19 „ spiculifera,
„ 20 Difflugia pyriformis von der Seite,
„ 21 „ „ „ oben,
„ 22 Miliolina Cuvieriana „ oben,
„ 23 „ „ „ der Seite,
„ 24 „ „ „ vorne,
„ 25 „ cylindrica „ „
„ 26 27 „ „ „ der Seite,
„ 28 Rheophax findens,
„ 29 „ findens von der Seite,
„ 30 „ „ Endstück von oben,
„ 31 Rhabdammina abyssorum,
„ 32 Hyperammina subnodosa,
„ 33 Rheophax bacillaris,
„ 34 Haplostiche Soldanii von oben,
„ 35 „ „ „ der Seite,
„ 36 Haplophragmium agglutinans, Schliff,
„ 37 Rheophax cylindrica.

Pelosina H. B. Brady.

Freie, in der Regel einkammerige Schale von rundem Umriss, cylindrischer, auch schiefgezogener Form, gebaut aus zartem Schlamm mit chitinösem Bindemittel. Mündung einfach, endständig.

Pelosina cylindrica Brady.

(Taf. IV. 1. 2.) Brady 236.

Nach Brady ist diese Art heimisch im Tiefwasser und wurde gefunden bei den Canarischen Inseln, der Antarktischen Eisbarre, bei Neuseeland und im nördlichen Theile des Stillen Meeres in Tiefen von 1100 bis zu 5700 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 86 — 82 M. selt.

Das einzige aufgefundene Exemplar ist ein struppiger Cylinder von $2._0$ Millimeter Länge und $0._{30}$ Breite. Er ist vorne offen, hinten geschlossen. Das hintere Ende ist verengt, der übrige Theil ist gleich dick bis zum vorderen Ende. Die Schale ist mit Steinchen bedeckt, welche borstig gereiht frei abstehen, und in unregelmässigen Wirteln gruppirte Vorragungen bilden auf der Oberfläche. Der Innenraum scheint ein einfacher Hohlraum zu sein.

Pelosina spiculotesta n. sp.

(Taf. IV. 3.)

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das einzige Exemplar ist ein Cylinder von $2._0$ Millimeter Länge und $0._{25}$ Breite, ein Bruchstück, dessen hinteres Ende fehlt. Das Gehäuse ist hohl, rund bis zur verengten Mündungsspitze, zeichnet sich aus durch fast glatte Wand, welche in der Schalenmasse eingeschlossene, in verschiedensten Winkelstellungen gelagerte Krystall-Nadeln durchscheinen lässt.

Pelosina rotundata H. B. Brady.

(Taf. XI. 60.) Brady 236.

Nach Brady bis zu 3850 Meter Tiefe bei Rockallbank, den Azoren, Pernambuco, im nördlichen Theile des Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das fragmentäre Gehäuse ist eine bauchige Spindel von $0._{60}$ Millimeter Länge, ist vorne und nach hinten verengt, läuft vorne in einen Kragen aus, welcher hier abgebrochen ist, eine weite Höhlung aufschliesst. Die Schalensubstanz ist ein Aggregat aneinander geklebter Körperchen, welche zum Theil Globigerinenbruchstücken angehören, aber auch längliche Fragmente anderer Gebilde einschliessen. Das hintere Ende läuft in eine unregelmässige Spitze aus. Die äussere Fläche sowie die Gesammtform dieses Gehäuses zeigen viel Aehnlichkeit mit Difflugia roseolata. Letztere ist aber viel regelmässiger geziert auf der Oberfläche und hat nach rückwärts keine Dornendigung.

Storthosphaera Schulze.

Rundliche, innen hohle, aussen mit ungleichen und unregelmässig vertheilten Auswüchsen besetzte Gehäuse.

Storthosphaera albida Schulze.

(Taf. V. 60. 61.) Brady 241.

Diese seltene Form ist bekannt aus Tiefen von 330 bis 1000 Meter von Norwegen und den Faröeen, aus der Bucht von Biscaya, ähnlich geformt aus 3700 Meter Tiefe von der südlichen Atlantis.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Der Körper misst $0._{15}$ Millimeter in der Länge, $0._{11}$ in der Breite, ist ungleich flach, unregelmässig länglich im Umriss, mit sehr ungleichen, kurzen Ausläufern nach allen Richtungen ausgebreitet. Die Körperoberfläche ist ebenfalls nur eine Unregelmässigkeit von Knorren und Gruben. Die Ausläufer tragen der Mehrzahl nach am abgestutzten Ende eine kaum merkliche Ausrandung, wodurch der Anschein entsteht, als seien sie Mündungen vom Inneren nach der Peripherie führender Kanäle.

Saccammina M. Sars.

Eine oder mehrere kugelige Kammern von Birnform, mit deutlicher Oeffnung, aber frei von Stielansätzen. (Brady.)

Saccammina sphaerica M. Sars.

(Taf. IV. 8.) Brady 253.

Nach Brady wurde diese Art in 450 Meter Tiefe von dem älteren Sars an der Küste Norwegens entdeckt, sie fand sich auch bei Irland, in der Meerenge von Faröe, bei Franz Josephs-Land, in der Bucht von Biscaya, auch an den antarktischen Eisbarren in Tiefen von 150 bis zu 3600 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.

Das einzige aufgefundene Gehäuse hat eine Länge von $0._{60}$ Millimeter, ist länger als breit, rund im Umriss, nach vorne und hinten zu stumpfer Spitze verengt. Das Gehäuse besteht aus nur einer Kammer. Die Schale ist röthlich-gelbbraun, aus ungleichen

Knötchen und Knollen zusammengeklebt mit gelbbräunlicher Masse. Die vordere Endigung ist fast hyalin und entspricht dem Mündungskragen, wenn auch die Mündung nicht deutlich ist.

Hyperammina H. B. Brady.

Eine einfache oder ästige Röhre aus Sand, an einem Ende geschlossen und gerundet, vorne offen, im Inneren glatt.

Hyperammina subnodosa Brady.

(Taf. IV. 32.) Brady 258.

Brady gibt das Vorkommen aus Tiefen von 36 bis 4700 Meter aus dem nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans an.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.

Das Gehäuse ist ungefähr sieben Millimeter lang, im stärksten Theile 1 Millimeter dick, ist etwas ästig verbogen, im Durchschnitt rundlich, verengt sich vorne und rückwärts, ist in dem mittleren Theile, wo die seitliche Biegung beginnt, etwas verdickt. Die Oberfläche zeigt eine bläulich-hellgraue matte Rinde, welche vergrössert als ein sandiges Aggregat von Cementkrümchen sich gibt. Das hintere Ende ist geschlossen, das vordere ist eine ebenrandige Abstutzung, deren Fläche gegen die Mitte eingesunken ist, die gleiche Schalensubstanz, wie die Seiten zeigt, aber keine Oeffnung erkennen lässt. Eine Abtheilung in einzelne Kammern ist nicht deutlich erkennbar. Das hintere Ende macht aber durch die traubenartige Stellung der knolligen Vorwölbungen den Eindruck, als wäre eine anfängliche Häufung von Anfangskammern vorhanden. Die Bestimmung dieses einzigen aufgefundenen Exemplares ist unsicher.

Hyperammina ramosa Brady.

(Taf. IV. 15.) Brady 261.

Nach Brady wurde diese Art angetroffen in Tiefen von 110 bis zu 5500 Meter in dem nördlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige.

Die aufgefundenen Fragmente sind 1 und 2 Millimeter lang, unregelmässige Cylinder, aus dünnen, zum Theil kantig zugespitzten Nadeln gebildet, welche unregelmässig durcheinander liegen und mit einer gelben Chitinmasse zusammengeschmolzen erscheinen. Die Röhre bleibt mehr oder weniger gleich dick, eine ästige Verdickung oder Abzweigung ist nicht zu erkennen. Die Stacheln stehen nach allen Richtungen ab wie aus der Masse hervortretende Spiesse, zuweilen liegen deren zwei, auch mehrere parallel nebeneinander.

Rhabdammina Sars.

Nach Brady ist die Schale frei, röhrenförmig, strahlenförmig, unregelmässig oder geradlinig geästet. Eine Centralkammer ist vorhanden, fehlt auch, die offenen Röhrenenden sind die Mündungen. Die Schale ist dicht cementirt, aussen rauh.

Rhabdammina abyssorum Sars.

(Taf. IV. 31.) Brady 266.

Nach Brady findet sich diese Art von der arktischen See bis zu den Kerguelen in allen Meeren in Tiefen von 200 bis 3800 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das vorliegende Fragment bildet einen dreistrahligen Stern, dessen drei Strahlen von gerundeten Aesten gebildet werden, welche aus der mittleren, dickeren Vereinigungs-



stelle nach drei entgegengesetzten Richtungen sich ausbreiten, gegen ihr Ende allmählig sich verdünnen. Die drei Enden sind abgebrochen. Die Schalensubstanz ist gelbbräunliche Cementmasse, welche die Oberfläche rauh erscheinen lässt. Der längste Arm misst von der Mitte aus $0._{36}$ Millimeter in der Länge, hat an der Stelle, wo er aus der Vereinigung sich abzweigt $0._{15}$, an seinem Ende $0._{10}$ Millimeter Durchmesser.

Rhizammina H. B. Brady.

Die freie Schale ist röhrenförmig, einfach oder geästet, biegsam; die Schalensubstanz ist chitinössandig, aussen rauh.

Rhizammina indivisa Brady.

(Taf. IV. 17.) Brady 277.

Aus Tiefen von 280 bis 1040 Meter bekannt vom Kanal von Faröe, vom Cap der guten Hoffnung, von Kandavu (Fidschi-Inseln).

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.

Das Gehäuse ist ungefähr 1 Millimeter lang, im dicksten Theil $0._{08}$ Millimeter breit, ein Rohr von unregelmässig wechselnder Stärke, auch knieförmig gebogen, endet an beiden Enden mit kurzrandiger Verengung. Die Schale ist chitinöskrustig construirt, bildet ein einziges Rohr. Bei durchfallendem Lichte erkennt man den von vorne nach hinten laufenden Kanal, welcher die innere Höhlung des Schalenkörpers bildet.

Rheophax Montfort.

Die freie Schale ist rauh sandig, aus einer einzigen aufgeblähten oder auch aus mehreren Kammern gebildet, welche gerade oder gebogen, auch eingewunden (aber ohne Spirale) sich in Reihen stellen. Die Kammerhöhlung ist nicht abgetheilt. Die Mündung sitzt am Ende, ist einfach.

Rheophax hystrix nov. spec.

(Taf. IV. 14.)

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar ist ein einkammeriges, taschenförmiges, im Umriss rundliches Gehäuse, seitlich zusammengedrückt endet dasselbe vorne in eine ovale, weit offene Mündung ohne Kragen. Die Schale besteht aus rauhsandig cementirter Masse und ist über die ganze Oberfläche borstig bedeckt mit zahlreichen Stacheln. Die Schalensubstanz hat gelbliche Färbung. Der Schalendurchmesser erreicht ungefähr 1 Millimeter.

Rheophax nodulosa H. B. Brady.

(Taf. IV. 5—7. 12. 13.) Brady 294.

Diese Art findet sich bis zu 5800 Meter Tiefe vom nördlichen bis zum südlichen Eismeere, ebenso unter dem Aequator.

Gazelle: Westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige.

Die wenigen gefundenen Gehäuse oder Schalenbruchstücke sind nicht gleich in Grösse oder Gestalt, sie stimmen aber in einzelnen Merkmalen doch mit einander überein. Das ausgebildetste (Fig. 12) ist eine Nodosaria, in der Abbildung umgekehrt gestellt, baut sich aus symmetrisch sich vergrössernden, in einer Reihe sich folgenden Kammern auf, deren Abscheidung äusserlich ganz regelmässig ausgedrückt erscheint. Die Schale ist rauhe Filzmasse. Andere Gehäuse zeigen vorherrschend die gestreckte Röhre, kaum Spuren der Einschnürung von Kammern (Fig. 5), andere sind mehr glatt, wie Nubecularia

(Fig. 13) und nur unregelmässig abgetrennt. Die Grösse der Schalen geht über 2 Millimeter hinaus.

Rheophax bacillaris Brady.

(Taf. IV. 33.) Brady 293.

Brady erwähnt diese Art aus Tiefen von 800 bis 3400 Meter aus dem Atlantischen Ocean und von Papua.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.

Die stabförmigen Gehäuse sind gegen 2 Millimeter lang, beginnen mit schmalen Kammern, deren in gerader Linie fortgesetzte Reihe, durch geringe Einschnürungen abgetrennt, allmählig sich verdickt und nach vorne als Schlusskammer sich verengt. Die eigenthümlichen Artmerkmale sind die regelmässig im Wachsthum zunehmende Kammerform und eine sehr feinsandkörnige Struktur der Schale.

Rheophax findens Parker.

(Taf. IV. 28—30.) Brady 299

Ist bekannt nach Brady vom Lorenz-Golf in 22—28 Meter Tiefe und im Aestuarium von Dee.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse ist eine Säule, welche an einem Ende in zwei Arme sich theilt. Der Säulenstamm baut sich aus fast gleichen Kammern auf, welche übereinander stehen in deutlicher Abschnürung, doch sind die Einschneidungen der Kammern nicht tief, auch nicht regelmässig gerade. Die Oberfläche ist matt-rauhe Cementkruste, die Färbung ist nicht gebräunt. Die fünfte Kammer geht über in (Fig. 29) eine Gabelung. Die unterste Kammer hat eine centrale Oeffnung unbestimmter Abgränzung, ebenso bietet sich die Endigung beider Aeste rauh central durchbohrt. Ein in Fig. 28 abgebildetes Exemplar zeigt nur die letzte Kammer des Stammes erhalten. Von dieser gehen zwei ungleiche Arme, aus mehreren Kammern gebildet, aus. Die unterste Fläche der ersteren Kammer ist deutlich eingedrückt, schliesst mit dem stumpfen Ringe ab, mit welchem sie in unbeschädigtem Schalenzustande mit den vorausgehenden Kammern zusammengehangen hatte.

Rheophax scorpiurus Montfort.

(Taf. IV. 18. V. 45. 46.) Brady 291.

Brady verweist zu dieser Art Nodosaria agglutinans Terquem aus dem Oolit von Fontoy und Rheophax helvetica Haeusler aus dem Schweizer Jura, erwähnt sie auch aus dem Norwegischen Posttertiär, als sehr kleine Form von Nowaia Semlja und Franz Josephsland, und in kosmopolitischer Verbreitung in Tiefen von 5 bis 6500 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die rauhsandigen Gehäuse bilden eine unbestimmt ausgeprägte Reihe von Kammern, welche klein im Umfang beginnen, allmählig, in der Regel gerade gestreckt, zuweilen mehr oder weniger verbogen, sich erweitern. Die Schalenoberfläche ist aus rauhcementiger Krustenmasse oder aus lose gefügten Steinchen gebildet. Die Schlusskammer verengt sich nach vorne, umschliesst am Ende eine nicht scharfgerandete Trichter-Mündung. Eine scharfe Abgränzung der Kammern ist nie vorhanden. Die Anfangskammern sind zuweilen leicht eingebogen, die Länge der Gehäuse schwankt zwischen $0._{30}$ bis $1._{25}$ Millimeter.

Rheophax cylindrica Brady.

(Taf. IV. 37.) Brady 297.

Die Challengerexpedition constatirte diese Form zwischen Cap der guten Hoffnung und den Kerguelen. Sie geht bis 3400 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt.

Das Wurzelstück-ähnliche Gehäuse ist rund im Querschnitt, beginnt dünn und ver-

dickt sich allmählig, erreicht 3 Millimeter Länge, nimmt dabei von $1/4$ bis $2/3$ Millimeter an Umfang zu. Die Oberfläche ist glatt, lässt aber die Schalenmasse aus Kalkcementkrusten gebildet erscheinen. Bei genauerem Besehen erscheint die Schale als ein rauhflockig wirres Gefüge von Kalkkrusten. Das obere Ende des Bruchstückes ist in dem inneren Raum mit knolligem Cementgewebe unregelmässigster Struktur zum Theil erfüllt, zum Theil ist der Raum hohl. Eine Kammerscheidung konnte nicht bestimmt wahrgenommen werden.

Rheophax spiculifera H. B. Brady.

(Taf. IV. 19.) Brady 295.

Bekannt von den Fidschi- und Gesellschaftsinseln aus Tiefen von 400—1200 Meter.

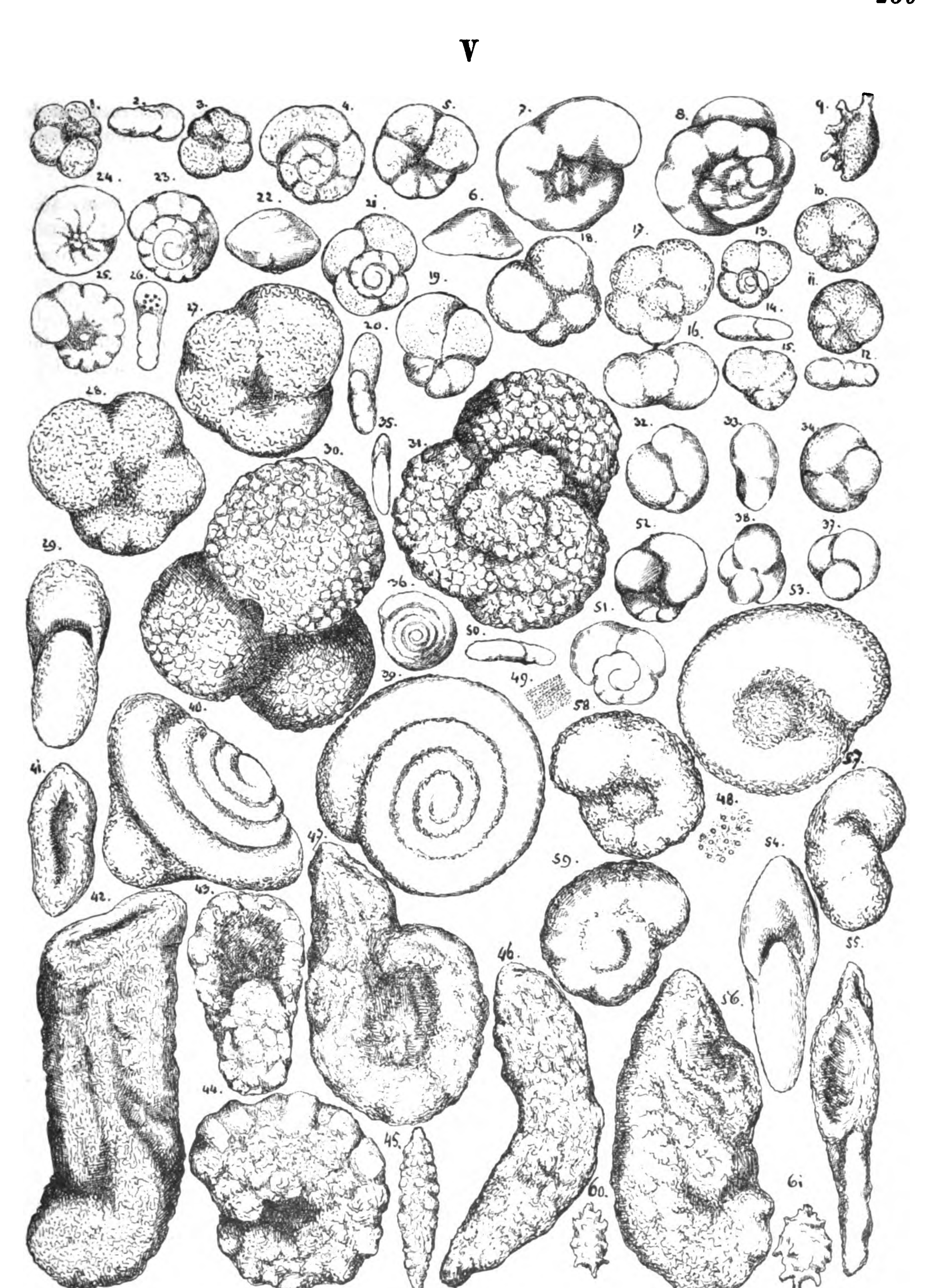
Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige.

Die hieher eingereihten Gehäuse sind meist Fragmente, nur theilweise aus Nadeln zusammen gebacken, bestehen mehr aus Kittmasse krümmeligen Gefüges und trennen sich nur andeutungsweise in Kammern ab. Die Kammerabscheidung ist gedreht um die Schalenlängsachse. Die Länge der Bruchstücke geht von $1/2$ bis $1 1/2$ Millimeter.

Tafel V.

Fig. 1 Trochammina coronata von unten,
„ 2 „ „ vom Rande,
„ 3 „ „ von oben,
„ 4 „ squammata von oben,
„ 5 „ „ „ unten,
„ 6 „ „ vom Rande,
„ 7 „ proteus von unten,
„ 8 „ „ „ oben,
„ 9 Thurammina papillata,
„ 10 Trochammina inflata von oben,
„ 11 „ „ „ unten,
„ 12 „ „ vom Rande,
„ 13 Haplophragmium nanum von oben,
„ 14 „ „ vom Rande,
„ 15 „ „ von unten,
„ 16 Trochammina inflata von vorne,
„ 17 „ „ „ oben,
„ 18 „ „ „ unten,
„ 19 „ plana „ „
„ 20 „ „ „ vorne,
„ 21 „ „ „ oben,
„ 22 Trochammina elegans von vorne,
„ 23 „ „ „ oben,
„ 24 „ „ „ unten,
„ 25 „ trullissata von der Seite,
„ 26 „ „ „ vorne,
„ 27 Haplophragm. canariense von oben,
„ 28 „ „ „ unten,
„ 29 „ „ „ vorne,
„ 30 „ globigeriniforme „ unten,
„ 31 „ „ „ oben,
„ 32 Trochammina galeata von unten,
Fig. 33 Trochammina galeata von vorne,
„ 34 „ „ „ oben,
„ 35 Ammodiscus incertus vom Rande,
„ 36 „ „ von der Seite,
„ 37 Trochammina pauciloculata;
„ 38 „ „
„ 39 Ammodiscus gordialis von oben,
„ 40 „ „ „ der Seite,
„ 41 Haplophragm. pseudospirale von oben,
„ 42 „ „ von d. Seite,
„ 43 „ rotulatum von vorne,
„ 44 „ „ von der Seite,
„ 45 Rheophax scorpiurus.
„ 46 „ „
„ 47 Haplophragmium fontinense,
„ 48 Trochammina plana, vergrösserte Fläche (bei durchfallendem Lichte),
„ 49 Trochammina plana (bei auffallendem Lichte),
„ 50 Trochammina plana von vorne,
„ 51 „ „ „ oben,
„ 52 „ „ „ unten,
„ 53 Haplophragm. emaciatum von der Seite,
„ 54 „ „ „ vorne,
„ 55 „ cassis „ „
„ 56 „ „ von der Seite,
„ 57 „ turbinatum von vorne,
„ 58 „ „ „ unten,
„ 59 „ „ „ oben,
„ 60 Storthosphaera albida vom Rande,
„ 61 „ „ von der Seite.

V



Haplophragmium Reuss.

Zahlreiche Kammern, welche im Hohlraum keinen Labyrinth-Bau zeigen, rollen sich Ratalina-artig ein, oder beginnen mit einer Einrollung und reihen sich dann gerade fortlaufend.

Haplophragmium pseudospirale Williamson.

(Taf. V. 41. 42.) Brady 302.

Findet sich nach Brady in Tiefen von 50 bis 700 Meter bei Irland und Schottland.

Gazelle: Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt.

Das Gehäuse ist über 1 Millimeter lang, flach, vorne (abgebrochen?) schräg abgeschnitten, hinten seitlich gerundet. Der Rand ist stumpfkantig, die Schale feinrunzlich, aus graulicher Fasermasse gebildet. Deutliche Kammerabscheidung zeigt sich weder hinten in der spiralen Einrollung, noch im geradegestreckten Schalentheile. Die Schalenmitte ist der Länge nach von einem schwachen Wulst bedeckt, welcher sich aus der spiralen Anfangsrollung fortsetzt nach vorne.

Die Gestalt stimmt im Allgemeinen mit Brady's Abbildung XXXIII 1—4, doch sind am vorliegenden Gehäuse keine Mineralkörner eingefilzt. Auch ist die Färbung verschieden.

Haplophragmium globigeriniforme Parker und Jones.

(Taf. V. 30. 31.) Brady 312.

Nach Brady findet diese Form sich vorzugsweise in Tiefen von mehr als 750 und bis zu 6700 Meter im hohen Norden, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans, auch im Rothen Meere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 Meter selten.

Das typische Gehäuse hat nahe 1 Millimeter Durchmesser, ist goldgelb gefärbt, aus körneligem Material zusammen geklebt, besteht aus zwei Windungen. Die Schlusswindung wird von drei ziemlich frei abstehenden Kammern von Kugelform gebildet, welche sehr gross sind, im Nabel sich ohne scharf gezeichnete Grube vereinigen. Die Schlusskammer mündet mit einem halbmondförmigen Ausschnitt am Saume der Kammer gegen den Nabel. Auf der oberen Fläche dieser drei Kammern rollt sich eine verhältnissmässig schmale Windung auf, innerhalb welcher ein undeutlicher Centralknopf angedeutet ist.

Haplophragmium agglutinans d'Orb.

(Taf. IV. 16. 36.) Brady 301.

Brady rechnet Haplophragmium rectum aus der Kohlenformation zu dieser Art, welche von geringster Küstentiefe bis zu 5700 Meter, als vorzugsweise in grösserer Tiefe vorkommend, aus dem Kanal von Faröe, von den Canarischen Inseln, von Buenos Ayres, Papua, Neuseeland und vom nördlichen Stillen Ocean (tiefster Punkt) bekannt ist.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Bei einer Länge von 1 Millimeter erscheint diese Art als Röhre von $0._{25}$ Millimeter Breite, beginnt hinten als unregelmässig eingerollte, nach der Seite verschobene Spira, die Kammern folgen dann in gerader Reihe, sind durch Scheidewände kaum getrennt, treten nur durch die schwache bauchige Vorwölbung der Seitenwände in Form unregelmässiger Wulste etwas selbständig in die Form. Das Ende der Schlusskammer umfasst die vertieft eingesunkene rundliche Oeffnung. Die Schale ist aus rauhen, gelbbräunlichen Krusten aufgebaut. Der Schliff lässt in dem Anfangstheile die spiralgerollten Anfangskammern unterscheiden. (Fig. 36.)

Haplophragmium rotulatum H. B. Brady.

(Taf. V. 43. 44.) Brady 306.

Diese Art wurde nach Brady bisher nur in Tiefen von 5000 bis 5760 Meter bei den Canarischen Inseln, mitten im Atlantischen Ocean und an einer Stelle im nördlichen Stillen Ocean angetroffen.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das honiggelbe Gehäuse hat scheibenrunden Umriss, welcher an der Stelle, wo die Schlusswindung endet, winklig vorspringt. Beide Seiten der Schale haben eine vertiefte Mitte. Der Rand der letzten Windung ist kantig breit, die unregelmässige Kante ragt besonders auf der Nabelfläche vor, sodass auch der zwischen Randkante und Nabelsaum bestehende Raum der Windung, ihre Seitenwand, ausgehöhlt erscheint. Die Nabelmitte ist eine im vertieften Mittelraum versenkte Grube oder Scheibe. Die Randkante der oberen Fläche ist mehr verwischt und abgerundet, die Aufrollung ist auf beiden Flächen nicht zu erkennen, die Scheidewände scheinen nur hie und da etwas hervorzutreten als Andeutungen von Bogenlinien. Die Schalensubstanz ist vorherrschend feinkörnig, theilweise auch aus gröberen Körnern gebildet. Der Durchmesser der Scheibe beträgt $0._{55}$ Millimeter.

Haplophragmium cassis Parker.

(Taf. V. 55. 56.) Brady 304.

Brady nennt für diese Art nur drei Fundorte: Die Gaspebay, an der Lorenzostrommündung, Grönland und Spitzbergen, die Tiefe 10—40 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 68 — 68 M. selt.

Bei einer Höhe von $0._{55}$ Millimeter hat das rauhschalige Gehäuse die Form eines umgekehrten Helmes, ist ziemlich flach, namentlich in dem im hinteren Schalentheile eingerollten Schalenumfang. Das vordere Ende läuft mit schrägem Seitenabfall in eine stumpfe Spitze aus. Die Entwicklung der Schlusskammer weicht vom normalen Aufrollungsbau mit seitlicher Ausbuchtung ab. Der hintere Theil des Gehäuses zeigt den wellenförmig buchtigen Bau der Kammernreihe, die Abtrennung der Kammern ist in der Schalenfläche nicht mehr zu erkennen, wie am Rande.

Haplophragmium fontinense Terquem.

(Taf. V. 47.) Brady 305.

Nach Brady findet sich diese von Terquem aus dem Oolith beschriebene Art bis zu 3700 Meter Tiefe bei Patagonien, Buenos Ayres, Juan Fernandez.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das rauhschalige, 1 Millimeter nahezu im Durchmesser erreichende Gehäuse rollt sich in flacher Scheibe mit schmalem Randrücken auf, umfasst mit der Schlusswindung eine vertiefte Mittelscheibe. Die einzelnen Kammern sind auf der Mittelscheibe nicht, in der Schlusswindung nur schwach abgetrennt zu unterscheiden, sind ziemlich gleich gross. Das Eigenthümliche der Art besteht darin, dass die Schlusswindung mit gerade gerichteten Kammern sich noch weiter fortsetzt.

Haplophragmium Canariense d'Orbigny.

(Taf. V. 27—29.) Brady 310.

Beginnt nach Brady im späteren Tertiär und lebt in allen Meeren vom hohen Norden bis zu den Kerguelen meist in geringer Tiefe, geht aber auch bis zu 3950 Meter hinab.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. selt.; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.

Das Gehäuse hat gut entwickelte Scheibenform, erreicht $0._{50}$ Millimeter im Durchmesser, ist schwach gewölbt auf einer, eben oder leicht eingesunken auf der anderen

Seite. Die Farbe der Schale ist gelbbraun, der Rücken ist einseitig stumpfgekielt. Die Windungen der oberen Fläche sind um einen wenig markirten Centralknopf gerollt. Die Nabelfläche zeigt nur die Kammer der Schlusswindung. Ein Schlitz am Ende der letzten Kammer, gegen die Nabelfläche, ist als Mündung wahrzunehmen. Die Oberfläche ist mattrauhe Cementkrusten-Masse.

Haplophragmium emaciatum Brady.

(Taf. V. 53. 54.) Brady 305.

Brady erwähnt diese Art von den Inseln Sombrero und Culebra aus Tiefen von 40 bis 830 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.

Das scheibenförmig flache, fast einen Millimeter Durchmesser erreichende Gehäuse ist wie Haplophragm. fontinense schmal, hat einen kielartig verengten Rand, mattrauhe Oberfläche, Windungen und Kammern kaum abgetrennt, die Centralscheibe ziemlich gross, unterscheidet sich von H. fontinense durch die den Rotalinen zukommende Endigung der Schlusswindung mit einer in der Aufrollungsrichtung bleibenden Schlusskammer. Die Mündung sitzt wie bei den Amphisteginen am Ende der letzten Kammer als seitliche Vertiefung.

Haplophragmium turbinatum H. B. Brady.

(Taf. V. 57—59.) Brady 312.

Nach Brady aus Tiefen von 2800 und 4500 Meter bekannt von Amboina und Mitte des Atlantischen Oceans.

Gazelle: Westl. Australien St. 86 — 82 M. einige.

Die Gehäuse zeichnen sich aus durch honigbraune Färbung, sind unregelmässig kugelig mit ungleich vortretenden Buckeln. Im ursprünglichen Entwicklungsgange spiral angelegt, wechseln die undeutlich und bald mehr, bald weniger abgegränzten Kammern in ihrer Gestalt, die Windungen verschieben sich seitlich. Die Oberfläche ist ziemlich glatt, theilweise wie polirt glänzend. Der Durchmesser hält ungefähr $0._{40}$ Millimeter.

Haplophragmium nanum Brady.

(Taf. V. 13—15.) Brady 311.

Nach Brady trifft man diese Art in Tiefen bis zu 5760 Meter in den arktischen Meeren, im südlichen Atlantischen, im nördlichen und südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Das Gehäuse hat Nautilusform, misst im Durchmesser der Scheibe $0._{12}$—$0._{31}$ Millimeter, rollt sich mit rundem Rücken auf, zeigt in der Schlusswindung 7 Kammern, deren Scheidewände ganz wenig einschneiden. In der vertieften Schalenmitte der oberen Flächen sind die Anfangswindungen mehr oder weniger sichtbar. Das Gehäuse ist braungelb oder grau gefärbt, das Schalengefüge ist feinkörnig zusammengeklebte Masse. Die Nabelfläche ist, wie bei Truncatulina mehr gewölbt in den Kammern, die Scheidewände laufen mässig tief eingesenkt gegen die Nabelmitte in fast gerader Linie.

Haplostiche Reuss.

Freies, gerade gestrecktes Sandgehäuse mit gereihten Kammern, labyrinthischem Innenbau.



Haplostiche Soldanii Jones und Parker.

(Taf. IV. 34. 35.) Brady 318.

Nach Brady kommt diese Art mehrfach vor im Tertiär. Lebend wird sie angeführt aus Tiefen von 80 bis 800 Meter von Westindien, Bermuda, Pernambuco, Janeiro, Neuseeland, Fidschi-Inseln.

Gazelle: Westl. Australien St. 86 — 82 M. selt.

Das einzige Gehäuse, welches gefunden worden, ist etwa $0._{75}$ Millimeter lang, hat rundlichen Querschnitt, stellt im Umriss eine Spindel dar, welche nach rückwärts allmählig sich verengt, dabei von Kammerabtrennungen nur schwache Andeutungen wahrnehmen lässt. Vorne endet die Schale zu einem stumpfen Kegel, welcher die runde Mündung birgt. Die Oberfläche ist mattrauh.

Thurammina H. B. Brady.

Eine einkammerige Schale von rundlicher oder eiförmiger Gestalt, aus feinem Sand gebildet, auf der Oberfläche besetzt mit verschiedenen Vorsprüngen.

Thurammina papillata H. B. Brady.

(Taf. V. 9.) Brady 321.

Nach Brady ist diese Art in allen Meeren von 50 bis zu 5000 Meter zu finden, auch im Jura der Schweiz wird sie constatirt.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat bei $0._{18}$ Millimeter Länge einen unregelmässig eiförmigen Umriss, ist seitlich etwas zusammengedrückt, zeigt sich aus gleichmässig kleinkörniger Cementmasse gefügt, lauft nach der Oberfläche mit röhrenähnlichen, ungleichen Auswüchsen aus.

Ammodiscus Reuss.

Die Schalen sind Röhren von ziemlich gleichmässiger Dicke, haben keine Kammern, rollen sich entweder wie Spirillina in einer Ebene übereinander oder auch in unregelmässigen Windungen durcheinander.

Ammodiscus incertus d'Orbigny.

(Taf. V. 35. 36.) Brady 330.

Nach Brady findet sich diese Art von der Kohlenformation an bis zum Tertiär fossil, lebend ist sie bekannt vom Norden Norwegens, vom Kanal von Faröe, von England, Belgien, Frankreich, aus dem Mittelländischen Meere, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans in Tiefen von 160 bis zu 6000 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist beinahe scheibenrund, hat $0._{15}$ Millimeter Durchmesser, erscheint im durchfallenden Lichte aus gelb-röthlichbraunem Thon gebildet, besteht aus einem einzigen in 5—6 fast gleich dicken Windungen sich aufrollendem Rohre. Die Schale ist eben, nach einer Fläche etwas erhaben in der Mitte, auf der anderen in gleichem Masse schwach eingesunken, der Rücken ist gerundet. Das Ende der Schale enthält keine Wulstung, sondern endet wie das offene Stück eines abgebrochenen Rohres.



Ammodiscus gordialis Parker und Jones.

(Taf. V. 39. 40.) Brady 333.

Brady erwähnt diese Art als fossil aus dem Kohlengebirge Englands, aus dem Schweizer Jura und aus dem Tertiärsandstein bei Wien, lebend wurde sie entdeckt in Tiefen von 90 bis zu 3700 Meter bei Franz-Josephsland, Nowaya Semlja, Baffinsbai, bei den Kerguelen.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das rundliche Gehäuse sieht aus wie von Thon gebildet, besteht aus einer Röhre, welche in sehr langsam an Dicke zunehmender Fortsetzung aus einem eingerollten Ende zu einem dicken Knäuel sich aufwickelt. Es bilden sich dabei mehrere umfassende Windungen in gleicher Windungsebene, dann wechselt diese und die Aufrollung setzt sich in anderer Spiralebene fort, schlägt sich dann, unter dem Knäuel verschwindend ein. Der Durchmesser des Gehäuses erreicht nahezu einen Millimeter.

Trochammina Parker und Jones.

Dünnwandige, chitinös feinsandige Gehäuse von Nautilus-, Rotalina-, Trochusform oder unregelmässig winklig, deutlich in Kammern abgetrennt.

Trochammina squamata Parker und Jones.

(Taf. V. 4—6.) Brady 337.

Findet sich nach Brady im Tertiär und lebend in Tiefen von 20 bis 2000 Meter bei Irland, Westindien, Rio Plata und verschiedenen Stellen des südlichen Stillen Oceans.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Bei einem Scheibendurchmesser von $0._{20}$ Millimeter ist das moosgrüngelbe bis braune Gehäuse aus unregelmässig geformten Schollen und Bröckelchen aufgebaut. Dasselbe rollt sich auf der oberen, breitkegelförmigen Fläche in mehreren Windungen auf. Die untere Fläche ist eingesunken und lässt fünf bis sechs Kammern der Schlusswindung erkennen. Der Rand ist stumpfkantig. Das Schalengefüge ist ein Agglomerat körneliger Masse, welche zuweilen auch zartes Nadelgestrüppe einschliesst in die Klebemasse.

Trochammina plana n. sp.

(Taf. V. 19—21. 48—52.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die flachgedrückte Gestalt des $0._{18}$ Millimeter Scheibendurchmesser haltenden Gehäuses nöthigt, diese Varietät von Troch. squamata, welcher sie nach Struktur der Schalensubstanz und nach der Form der Kammer-Aufrollung zugehört, als selbständige Art abzugränzen. Die Umrissgestalt zeigt wie bei Troch. squamata sanfte Kerbwellen der am Rande schwach bauchig vortretenden Kammern der Schlusswindung, die 5—6 Kammern der Schlusswindung sind durch einschneidende, aber nicht breite Scheidewände getrennt. Die obere Fläche erhebt sich nur wenig, zeigt die ersteren Windungen deutlich abgegränzt, in der Mitte sind die Kammern wenig abgetrennt. Die Nabelfläche senkt sich ein und bietet nur die Kammern der Schlusswindung. Von Troch. squamata unterscheidet die fast ebene obere Fläche. Die Gehäuse zeigen bei durchfallendem Lichte eine moosgrünbräunliche Färbung. Bei auffallendem Lichte erscheint die Oberfläche (Fig. 49) aus lauter sehr feinen Körnchen gebildet, bei durchfallendem Lichte (Fig. 48) ist die Schale fein rissig und lässt rundliche Löcher erkennen.

Trochammina elegans n. sp.

(Taf. V. 22—24.)

Gazelle: Cap Verden St. 10 — 3427 M. selt.

Das scheibenrunde Gehäuse fällt auf durch seine honiggelbe Färbung, hat $0._{15}$ Millimeter im Scheibendurchmesser, ist auf der oberen Fläche mässig gewölbt, auf der unteren etwas eingesunken. Der Rand ist gewölbt, nicht gekielt. Die obere Fläche besteht aus 4 Windungen, welche sehr gleichmässig wachsen, deutliche Windungs- und Kammer-Abscheidungen zeigen, zwischen welchen die Kammern flach gewölbt, wenig breiter als hoch, abgetrennt erscheinen. Die Unterfläche hat eine mit kugeligen Knollen ausgefüllte Nabelmitte. Die Kammern ragen vom Rande gegen die Mitte herein, als dünne Zungen vor dem Raume zwischen den Mittelraumsknollen endigend. Die Oberfläche ist matt. Eine deutliche Mündung konnte an dem gefundenen Gehäuse nicht sicher erkannt werden.

Trochammina galeata H. B. Brady.

(Taf. V. 32—34.) Brady 344.

Die Challengerexpedition fand diese Art in Tiefen von 3500 bis zu 5300 Meter im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Bei $0._{20}$ Millimeter Breiten-Durchmesser zeigt das Gehäuse zwei gewölbte Flächen und einen spitzeiförmigen Rand. Die eine Fläche lässt nur zwei Kammern unterscheiden, deren eine, länglich und schmäler, gegen die Mitte zu mit einer bogenwelligen Saumlinie sich abgränzt gegen die halbkugelförmig auf dem Saum stehende zweite Kammer. Die gegenüber befindliche Seite scheidet sich in drei Kammern. Die Schale ist braungelb, sehr feinkörnig uneben und es bilden die Körnerchen zum Theile auch zarte Reihen, wenn man in Glycerin bei durchfallendem Lichte beobachtet. Eine deutliche Mündung konnte an dem einzigen aufgefundenen Exemplar nicht erkannt werden, wohl aber theilweise Spaltschlitze am Nabelsaum der Kammern.

Trochammina pauciloculata H. B. Brady.

(Taf. V. 37. 38.) Brady 344.

Weit verbreitet, aber nirgends häufig, findet diese Art sich nach Brady im Atlantischen, Stillen Meere in Tiefen von 330 bis zu 6500 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt., St. 92 — 5523 M. selt.; Timor St. 96 — 2981 M. selt.; Fidschi St. 130 — 1655 M. selten.

Die Form des $0._{14}$ — $0._{20}$ Millimeter Durchmesser zeigenden Gehäuses ist sehr ähnlich Globigerina triloba. Man sieht in der Regel nur die letzte Windung, welche auf einer Seite drei, auf der anderen bis vier Kammern dem Auge bietet. Auf der Fläche trennt eine leicht gebogene Saumlinie die Kammern und in dieser Linie steckt unter dem Saum der Schlusskammer die Mündung als Schlitz. Die Kammern sind kugelig gewölbt, glatt, moosgrün bis braun im durchfallenden Lichte, zuweilen sind einzelne Kammern farblos. Bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich die Schale aus dicht gelagerten zarten Körnchen gebildet.

Trochammina trullissata H. B. Brady.

(Taf. V. 25. 26.) Brady 342.

Von 25 Fundorten des nördlichen wie südlichen Atlantischen und Stillen Oceans und der Südsee hatten nach Brady nur 5 eine geringere Tiefe als 2600, die übrigen ungefähr 3600 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das scheibenrunde Gehäuse hat im durchfallenden Lichte graue oder grünlichbraune



Färbung, ist auf beiden Seiten gleich flach oder wie Anomalina auf einer Seite wenig convex. Der Durchmesser hat 0.₁₂ bis 0.₂₅ Millimeter, die Schlusswindung hat fünf bis neun Kammern, deren Nähte tief einschneiden und schwach gebogen verlaufen. Die ersteren Windungen sind eng und klein. Die Oberfläche der Schale zeigt sich im auffallenden Lichte matt, feinfilzig. Am Ende der letzten Kammer sitzen statt einer Mündung unregelmässig vertheilt grössere Poren.

Trochammina proteus Karrer.

(Taf. V. 7. 8.) Brady 341.

Kommt wohl schon im Jura der Schweiz vor, lebt bis zu 4500 Meter Tiefe bei Westindien, Pernambuco, Sidney.

Gazelle: Fidschi St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse sieht aus, als wäre es aus gelbbraunem Thon geformt, ist eine unregelmässige Scheibe, hat einen rundlichen Umriss mit gerundetem Rande, welcher gebildet wird von der röhrenförmigen Windung, mit welcher der Umfang des Gehäuses am Rande abschliesst. Die Gestalt des Gehäuses hebt sich in den ersteren Windungen nach einer Seite etwas turbanartig in die Höhe. Die letzte Windung zeigt verschiedene ungleiche Einschnitte, welche Kammereinsenkungen ähnlich sind. Nach vorne schliesst die Mündung als einfaches Ende des Schlauches ab. Die Oberfläche ist matt, von unregelmässigen (Annagungs?)-Löchern bedeckt. Das vorliegende Gehäuse stimmt mit Brady's Zeichnung XL Fig. 1 in der Rundungsansicht, in der Seitenansicht nähert sich die Aehnlichkeit mehr XXXVIII Fig. 13. von Ammodiscus charoides, doch sind die kammerwandartigen Eindrücke des Rohres mehr in Uebereinstimmung mit Tr. proteus. Die Scheibe des Gehäuses misst 0.₄₈ Millimeter.

Webbina d'Orbigny.

Brady gibt die Merkmale der Webbina mit den kurzen Zügen: aufgewachsene Einzelnkammer, zeltartig gewölbt, oder deren mehrere nebeneinander, mit röhrenförmigen Ausläufern verbunden. Obere Fläche glatt, röthlichbraun gefärbt. Schalengefüge sehr feinsandig.

Webbina hemisphaerica Jones, Parker und Brady.

(Taf. XIV. 1—3.)

Fossil aus dem englischen Crag beschrieben fand sich nach Brady diese Art lebend bei Durham, Marsden Rothkliff in Tiefen von 40 bis 60 Meter.

Gazelle: Cap Verdeinseln St. 13 — 69 M. selt.

Das Gehäuse hat Kuchenform, ist unregelmässig oval im Umriss, oben flach gewölbt, unten ebenso eingedrückt. Die Länge überschreitet 1 Millimeter. Die obere Fläche ist gelbbraun gefärbt, matt geglättet, die untere Fläche zeigt ein mehr lockeres, feinkrustiges Gefüge.

C. Rohrlöcherige Foraminiferen.

Gehäuse mit fein- oder derblöcheriger Oberfläche, von welcher aussen sichtbare Löcher entsprechend der Schalendicke als mehr oder minder kurze Kanäle nach der Innenfläche der Schale führen. Bei höher entwickelten Formen erscheinen auch die Gerüsttheile des ausgebildeteren Innengehäuses von Kanälen und löcherigen Ausgängen derselben durchsetzt.

Die vorwiegend sandschaligen und kalkkrustigen Textularien, Gaudryinen und Verneuilinen bieten erst in den ausgebildeteren Arten porenbesetzte Gehäuse.

Textularia Defrance

ist die in der Gruppe der Textulariden durch zweireihigen Kammeraufbau sich abscheidende Reihe von Arten, welche mit umgekehrt gestellter Pyramide ihren Umriss kennzeichnen, meist ziemlich horizontale Scheidewände haben, am Schluss mit einer Querspalte an der Schalenachse eine Mündung bilden.

Die rauhschaligen Textularien-Gehäuse sind sehr einfache zweizeilige Kammerreihen, welche kürzer und rundgerandet als Textul. Partschii, schmalrandig als Text. gramen unterschieden werden. In längerer Gestalt als T. agglutinans, wenn der Rand gerundet, als T. sagittula, wenn der Rand schmalkielig, bieten sie als T. horrida eine mehr zottig gerandete Schale. In gestreckter Verlängerung wird Text. Partschii zur porrecta, mit Grössenübermass bildet aus Text. gramen sich die Text. rugosa. Kantige Scheideleisten der Kammern treten bei Text. jugosa auf in dickerer, bei Textul. folium in flacher Form. Gerundete Kegelformen sind Text. conus und trochus. Spitze Kegelform ist Text. Barretti.

Textularia Partschii Cziczek.

(Taf. VI. 22. 23.) Cziczek — Beitrag zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Gazelle: Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selten; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selten; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; Fidschi St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. selten.

Diese von Cziczek aus dem Tegel von Baden beschriebene Form zeichnet sich aus durch sehr gleichmässiges Wachsthum der Kammern, welche, aus einer Anfangszelle beginnend, in zwei Reihen alternirend sich entwickeln, nach den Flächen und am Rücken des Gehäuses als regelmässig bauchige Kugeln sich aneinanderreihen. Die Kammereinschnitte senken sich tief ein, die Schlusskammer endet an der Centralachse des Gehäuses mit einem wenig bemerkbaren Querschlitz. Die Schale ist jugendlich anscheinend glatt, kalkig, durchscheinend, später wird sie cementkrustig. Von der gleich grossen T. gramen unterscheidet der kugelig gewölbte Rand des Gehäuses, Text. agglutinans ist länger, breiter, nicht so tief eingeschnitten zwischen den Kammern, nicht so gleichmässig im Aufbau.

Textularia agglutinans d'Orbigny.

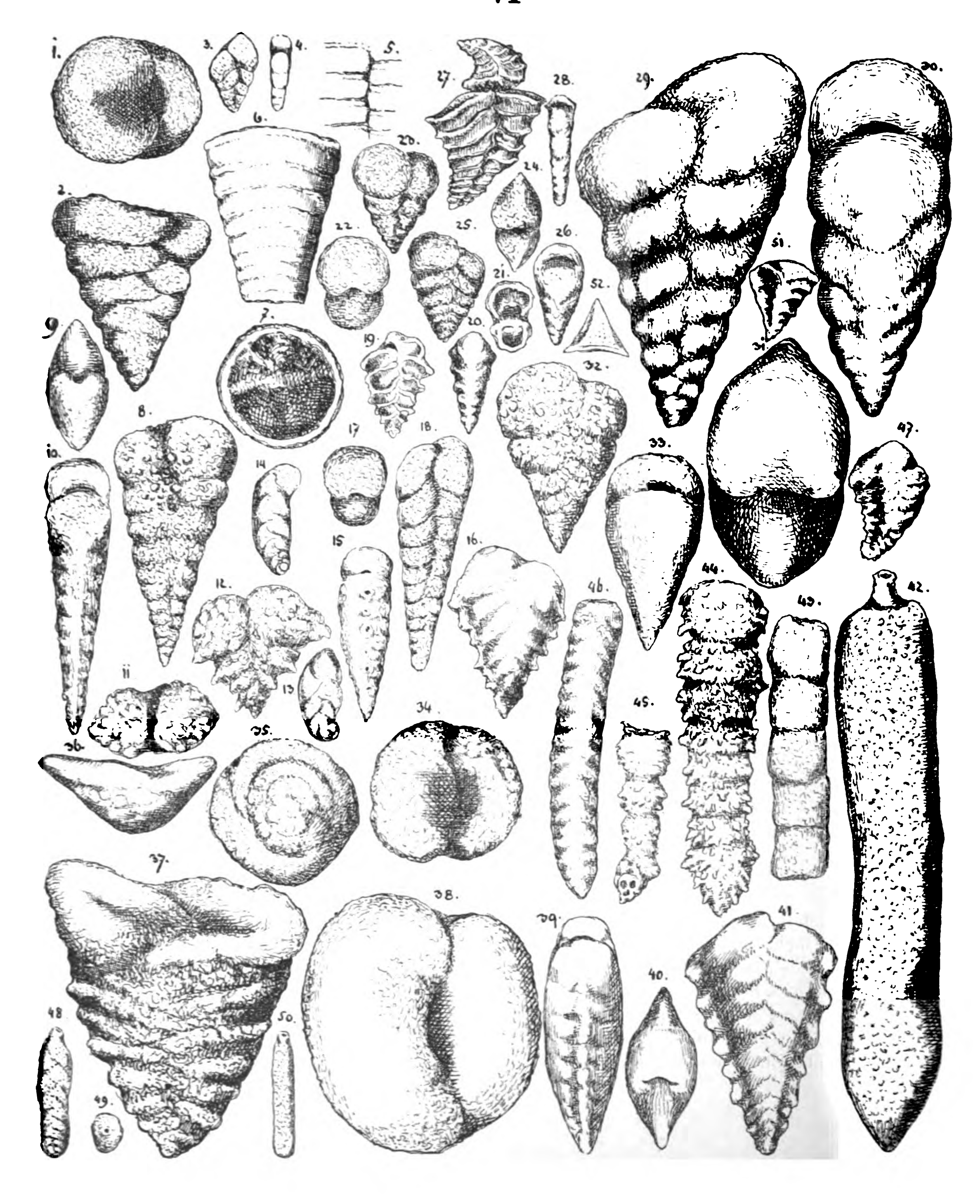
(Taf. VI. 1. 2.) Brady 363.

Brady vereinigt mehrere unter anderem Namen beschriebene Formen unter dieser Bezeichnung. Der zeitliche Horizont des Vorkommens tritt dabei bis in das Eocän zurück. Lebend wird diese Art in allen Meeren angetroffen in Tiefen von 6 bis zu 6700 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selt.; Fidschi St. 130 — 1655 M. selten.

Bei $0{\cdot}_{30}$ Millimeter Länge und $0{\cdot}_{19}$ Breite hat das Gehäuse im Umriss die Form eines Keiles, dessen Spitze nach hinten, dessen Basis nach vorne gerichtet ist. Der Rücken rundet sich. Die Schale baut sich auf mit zwei Reihen von Kammern, welche durch bald mehr horizontale, bald mehr schräge Einschnitte getrennt, anfangs nicht gut zu unterscheiden sind, bei den letzteren Kammern aber ziemlich tiefe Furchen bilden. Die Kammern nehmen zuweilen gegen das vordere Schalenende an Breite und Höhe bedeutend zu und überschreiten das oben angegebene Verhältniss der Breite zur Länge. Die Oberfläche ist rauh, aus Cementmasse gebildet. Die Mündung befindet sich als Querspalt am Ende der Schlusskammer.

VI



Tafel VI.

Fig. 1 Textularia agglutinans von oben,
„ 2 „ „ „ der Seite,
„ 3 „ concava „ „ „
„ 4 „ „ vom Rande,
„ 5 „ Barretti, Ansicht der Kammer-Alternirung,
„ 6 „ „ von der Seite,
„ 7 „ „ „ oben,
„ 8 „ sagittula „ der Seite,
„ 9 „ „ „ oben,
„ 10 „ „ „ Rande,
„ 11 „ horroida „ oben,
„ 12 „ „ „ der Seite,
„ 13 Spiroplecta rosula „ „ „
„ 14 „ „ „ „ „
„ 15 Textularia fistulosa vom Rande,
„ 16 „ „ von der Seite,
„ 17 „ porrecta „ oben,
„ 18 „ „ „ der Seite,
„ 19 „ jugosa „ der Seite,
„ 20 „ „ vom Rande,
„ 21 „ „ von oben,
„ 22 „ Partschii „ „
„ 23 „ „ „ der Seite,
„ 24 „ gramen „ oben,
„ 25 „ „ „ der Seite,
„ 26 „ „ vom Rande,
Fig. 27 Textularia folium von der Seite,
„ 28 „ „ vom Rande,
„ 29 „ rugosa von der Seite,
„ 30 „ „ vom Rande,
„ 31 „ „ von oben.
„ 32 „ aspera „ der Seite,
„ 33 „ „ vom Rande,
„ 34 „ conica von oben,
„ 35 „ „ „ unten,
„ 36 „ „ „ der Seite,
„ 37 „ trochus „ „ „
„ 38 „ „ „ oben,
„ 39 „ carinata vom Rande,
„ 40 „ „ von oben,
„ 41 „ „ „ der Seite,
„ 42 Clavulina communis,
„ 43 „ „
„ 44 „ Parisiensis,
„ 45 „ humilis,
„ 46 Spiroplecta annectens,
„ 47 Chrysalidina dimorpha,
„ 48 Spiroplecta biformis von der Seite,
„ 49 „ „ „ oben,
„ 50 „ „ vom Rande,
„ 51 Chrysalidina dimorpha seitlich,
„ 52 „ „ von oben.

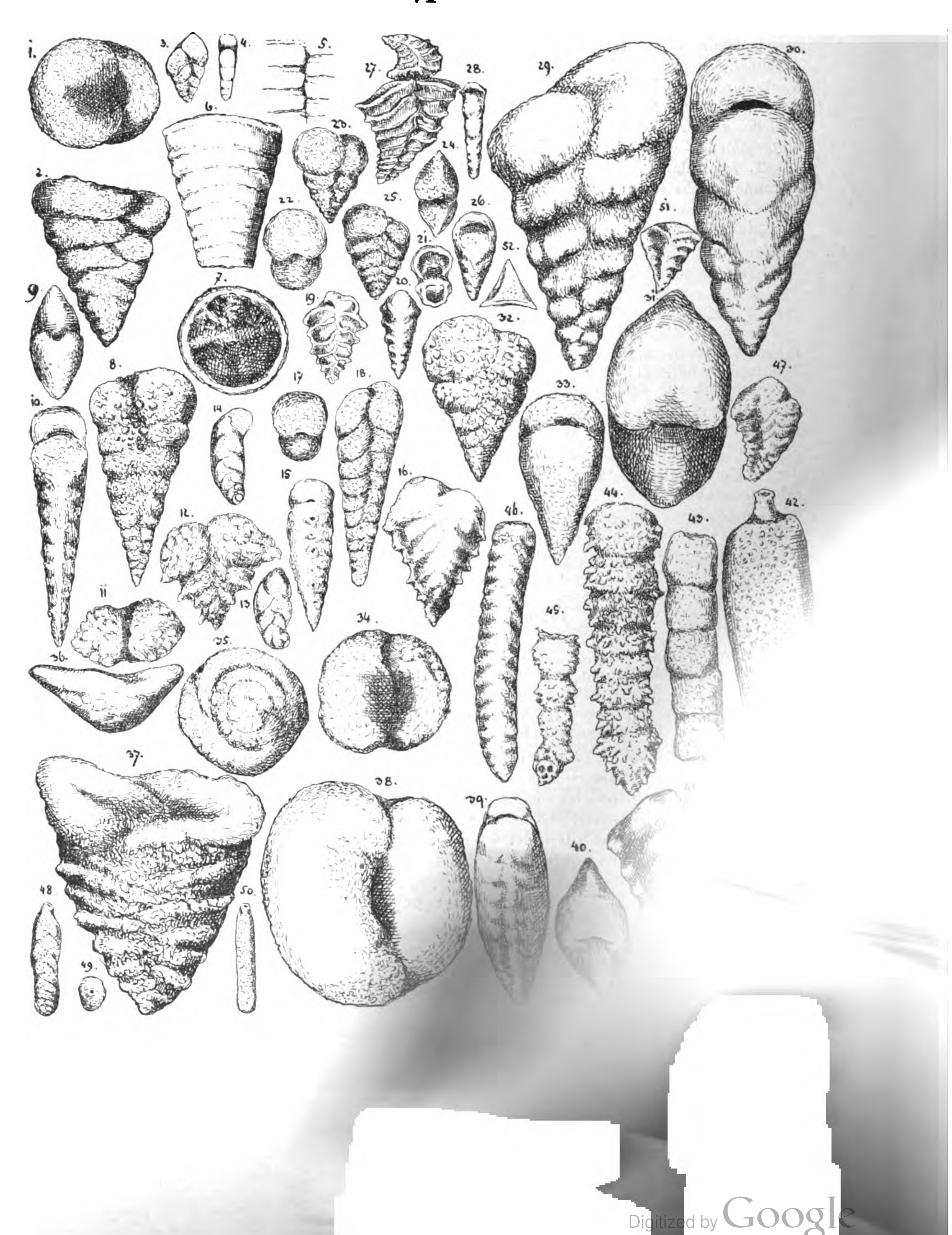
Textularia porrecta Brady.

(Taf. VI. 17. 18.) Brady 364.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Nach Brady's kurzer Beschreibung ist diese Varietät von Textul. agglutinans lediglich dadurch gekennzeichnet, dass das sandig gebildete Gehäuse sehr verlängert ist. Die Zahl der Kammern ist gross, überhaupt nähert sich die Gestalt mehr der Textul. sagittula. Von dieser aber ist die T. porrecta wesentlich verschieden durch einen gerundeten Seitenrand. Von T. agglutinans unterscheidet die schlankere Form. Die Oeffnung ist ein Querspalt am Ende der letzten Kammer. Die Nähte der Kammern sind deutlich, stehen anfangs fast eben, schneiden am Kielrande nicht tief ein, werden mit zunehmendem Wachsthum immer mehr schief. Die letzte Kammer steht etwas haubenartig vor. Die Schale ist vorzugsweise von Cementfilz, nicht aus Sandkörnern gebaut, die Oberfläche ist matt bis krustig. Die Schale hat $0._{40}$ Millimeter Länge und $0._{15}$ Breite. Ganz in Form und Grösse übereinstimmend wurde diese Art als durchscheinendglasige Form in Kreidesand von Hamm aufgefunden und es rechtfertigt sich die Text. porrecta wohl als selbständige Art.

VI



deren Spitzen den kantigen Kiel bilden. Die Kammern sind nicht sehr tief, aber deutlich und wellenlappig eingeschnitten. Dadurch sieht die Fläche des Gehäuses den Kammerwänden entlang wie grubig unterbrochen aus. Die Oeffung liegt am Ende der letzten Kammer als halbmondförmige Grube. Die Schalenoberfläche ist höckerig rauh.

Textularia ? concava Reuss.

(Taf. VI. 3. 4.) Brady 360.

Beginnt im Miocän, kommt lebend im südlichen Theile des Stillen, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen Oceans vor in Tiefen von 30 bis zu 5200 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; zwischen Neu-amsterdam und Australien St. 79 — 3548 M. selt.

Das unansehnliche Gehäuse von $0._{12}$ Millimeter Höhe und $0._{07}$ Breite läuft wie eine breite Bolivina vorne in eine Ecke aus, welche aus zwei ungleich langen Linien gebildet wird. Nach hinten verengt sich die Schale. Beide Flächen sind eben, der Kiel ist ebenso dick wie die Schale überhaupt, die Kammern bauen sich in ziemlich schräger Aufeinanderlagerung alternirend auf in der Weise, dass die eine Seite, welche mit der letzten Kammer abschliesst, seitlich etwas mehr nach vorne drängt. Je 5—6 Kammern befinden sich in einer Reihe. Die Scheidewände schneiden mässig ein und bilden auch am Umriss nur seichte Kerben. Die Schalenoberfläche ist schuppenrissig rauh. Das Eigenthümliche dieser Art ist die kantigebene Form des Seitenrandes, welcher ebenso hoch ist wie die Schale tief, im Randprofil sogar etwas vorragt. Die Oeffnung sitzt als Querschlitz am Rande der letzten Kammer gegen die vorletzte Kammer.

Textularia sagittula Defrance.

(Taf. VI. 8—10.) Brady 361.

Beginnt im Eocän, lebt in allen Meeren, vorzugsweise in geringer Tiefe, kommt aber auch noch in 5000 Meter Tiefe vor.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das pfeilspitzenförmige Gehäuse ist im Umriss verlängert keilförmig, hat eine von hinten nach vorne gleichmässig sich entwickelnde Doppelreihe von zahlreichen, alternirenden Kammern, welche in der Mittellinie des Gehäuses am breitesten sind, sich gegen den Kiel verschmälern. Die Kammerscheidewände sind fast horizontal, schneiden nicht tief ein. Die Höhe der Kammern erreicht nicht die Breite derselben, die letzten Kammern erscheinen fast eben in der Endfläche. Die Mündung sitzt am inneren Endsaum der letzten Kammer. Der Rand ist sehr ausgebildet kantig ohne zu schneiden. Die Oberfläche ist matt rauh. Die Länge des Gehäuses ist $0._{57}$ Millimeter bei $0._{25}$ Breite. Die bei Brady angegebenen Knoten in der Mittellinie sind vorhanden, aber in unregelmässiger Situation und in ungleicher Grösse und Form.

Textularia fistulosa Brady.

(Taf. VI. 15. 16.) Brady 362.

Brady führt diese Art als Varietät von Text. sagittula auf.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Die Schale ist flach, hat keilförmigen Umriss, endet hinten mit zackiger Spitze, vorne mit haubenförmig vorgewölbten Schlusskammern, welche gegen den Rand sich verflachen. Die vorhergehenden Kammern sind auf der rauhschaligen Oberfläche des Gehäuses kaum abgetrennt. Die Mündung sitzt als Querspalt am Endsaum der Schlusskammer. Das Eigenthümliche dieser Art ist die röhrenartige Aushöhlung der Rand-

zacken, mit welchen die Kammern am Rande des Gehäuses endigen. Die Höhe des Gehäuses erreicht $0._{40}$ Millimeter.

Textularia gramen d'Orbigny.

(Taf. VI. 24—26.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Oesterreichischen Tertiärbeckens. 1846.

Brady vereinigt diese Art mit T. Haueri und abbreviata und bezeichnet sie als heimisch in allen Meeren, weniger in tiefem als seichtem Wasser.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 90 — 359 M. mehrf.

Das Gehäuse hat $0._{25}$ bis $0._{45}$ Millimeter Höhe, einen verlängert kegelförmigen Umriss, wobei die Basis vorne, die Spitze hinten steht. Die Schale ist der Längsachse entlang in der Mitte etwas dicker, fällt gegen den Rand zu einem stumpfkantigen Kiele ab. Der Schalenaufbau ist alternirend, beginnt aus engem Anfangstheile, wird gleichmässig breiter. Die Zahl der Kammern ist nicht gross, die Nähte stehen etwas schräg, sind nicht tief. Die Kammern treten am Umriss seitlich wenig vor. Die Schalenoberfläche ist krustig matt, die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer quer zur Centralachse des Gehäuses.

Diese Art unterscheidet sich durch den kantig verengten Rand von Text. Partschii und T. agglutinans.

Textularia Barrettii Parker, Jones.

(Taf. VI. 5—7.) Brady 367.

Nach Brady kommt diese Art vor in Tiefen von 180 bis 800 Meter bei Bermuda, Culebra-Insel, Jamaica, Pernambuco, auch bei Jackson (Australien) ohne Tiefenangabe.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 Meter selt.

Das vorliegende Exemplar ist Bruchstück. Die Länge des Kegels, welche das Gehäuse im erhaltenen Zustande gemessen haben mochte, ist $0._{21}$ Millimeter bei $0._{13}$ Breite. Die Basis des Kegels bildet die letzte Kammer. Diese Basis ist scheibenrund, lässt hier nur in Bruchstücken die Kammerscheidewände erkennen. Die äussere Schalenfläche zeigt aber sehr deutlich die sehr gleichmässig übereinandergelagerten Kammern, deren Scheidewände parallel laufen, von einer schwachen Vorragung begleitet sind. Wo die Scheidewände der beiden Seiten alternirend sich in einander schieben, sieht man die Lagerungsverhältnisse der zwei Reihen, im übrigen Theile der Schalenfläche glaubt man einreihige Ueberlagerung von Scheiben vor sich zu haben, welche allmählig im Durchmesser zunehmen.

Die Anfangs- und End-Kammern sind am vorliegenden Stücke verloren gegangen.

Textularia folium Parker und Jones.

(Taf. VI. 27. 28.) Brady 357.

Textul. folium wurde nach Brady beobachtet in Tiefen von 30 bis 470 Meter in der Torresstrasse, bei den Fidschi-, Admirals-Inseln, den Korallenriffen von Honolulu, bei Melbourne, bei Mauritius.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Das ganz flache Gehäuse hat Lyraform, bei $0._{29}$ Millimeter eine grösste Breite von $0._{20}$ Millimeter, ist in der Aufrichtungsachse leicht gebogen. Die Kammern sind nieder, werden durch rippenartig vortretende Scheidewände getrennt von bogenförmigen Leisten. Die Kammern stehen in zwei Reihen, enden am Rande der Schale zuweilen mit Zacken. Die Oberfläche ist matt. Der Rand ist nicht kielartig verengt, sondern so breit, als die Schale überhaupt dies ist. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer quer vor der vorletzten Kammer. Die Zahl der Kammern ist gross, ungefähr zwölf auf jeder Seite.

Die von Brady und Möbius erwähnten Doppelgehäuse wurden beobachtet, aber nicht häufig. In Fig. 27 ist ein solches abgebildet.

Textularia jugosa Brady.

(Taf. VI. 19—21.) Brady 358.

Brady erwähnt das Vorkommen dieser Art vom Strandsand von Madagaskar, von Queensland, Torresstrasse, vom Golf von Suez.

Gazelle: Westaustralien St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse hat $0._{16}$ Millimeter Höhe, $0._{10}$ Breite, ist einer umgekehrten Pyramide im Umriss ähnlich, hat rauhe Schale, ist auf den Seiten abgeflacht, der Rand erscheint breit gerundet, die Dicke nimmt von der undeutlichen Anfangskammer an ein wenig zu. Die Kammern entwickeln sich rasch in die Breite, bleiben niedrig, und entlang den Scheidewänden erheben sich leistenartige Querrippen. Die Mündung ist an den vorliegenden Exemplaren nicht deutlich zu erkennen. Figur 21 zeigt eine vorne abgebrochene Schale von oben.

Textularia conica d'Orbigny.

(Taf. VI. 34—36.) Brady 365.

Nach Brady ist diese Art ziemlich verbreitet, am häufigsten in den Corallriffregionen Westindiens und des östlichen Archipels.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat eine rauhe Fläche, einen fast kreisrunden Umriss, ist auf der Scheibenfläche concav, wird da durch den Saum, mit welchem die letzte Kammer sich gegen die vorletzte abscheidet, wie mit einer Linie halbirt. Dieser Saum birgt den mehr oder minder klaffenden Schlitz, welcher als Mündung zu betrachten ist. Jüngere, weniger umfangreiche Schalen zeigen die Mündung noch als halb rundlichen Ausschnitt. Der Aufbau der Kammern ist ein umgekehrt kegelförmiger. Die Kammern alterniren, in die Breite wachsend, werden nicht hoch und zeigen sich wie Scyphia löcherig rauh. Die Scheibe misst ungefähr $0._{35}$ Millimeter im Durchmesser. Diese Art hat eine niedrigere Form als Text. trochus, die Fläche der wenig abgegränzten Kammern ist mit körnigen Auswüchsen besetzt, welche ungleich entwickelt sind.

Textularia trochus d'Orbigny.

(Taf. VI. 37. 38.) Brady 366.

Beginnt in der Kreide, kommt lebend vor in den subtropischen und tropischen Breiten, wird in sehr grosser Anzahl angetroffen in dem Korallensand.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. häufig; Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.

Das kegelförmige Gehäuse hat ungefähr die Höhe von 1 Millimeter und erreicht fast die gleiche Breite. Die Kammern legen sich, unregelmässig kugelig beginnend aneinander, nehmen rasch zu an Breite, enden als zwei uneben und ungleich geformte flache Kuchen, die halbmondförmige Oeffnung als central gelagerten Eingang zur Schale zwischen sich lassend. Die Oberfläche ist rauhkörnig. Die Farbe der Schale bräunlichgelb, auch grau. Die Seitenfläche zeigt die Scheidewände der Kammern in der Regel als wulstig vorstehende alternirende Leisten.

Chrysalidina d'Orbigny.

In drei Kammerreihen aufgebaute Verneuilina mit Poren am Ende der Schlusskammer anstatt einer Mündung.



Chrysalidina dimorpha J. B. Brady.

(Taf. VI. 47. 51. 52.) Brady 388.

Brady bezeichnet diese Art als eine seltene Tropenform aus geringer Tiefe bei Madagaskar, Honolulu, Hongkong, in der Torresstrasse, bei Ceylon.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Bei $0._{19}$ Millimeter Höhe und $0._{12}$ Breite ist die Schale ein unansehnliches Gehäuse von verlängert pyramidaler Form, endet vorne abgestutzt, hinten in eine unregelmässig kurzgedornte Spitze, hat drei Seitenkanten, zwischen welchen die alternirenden Kammern, durch schwache horizontale Scheidelinien getrennt und mit Poren bedeckt, wahrzunehmen sind. Die Schlusskammer endet wie eine abgestutzte Kappe. Der Querschnitt des Gehäuses ist ein Dreieck. Von oben gesehen bietet sich nur die einzige Schlusskammer mit ihrer porenbedeckten Fläche dem Auge dar. Die Schale des Gehäuses ist rauh.

Clavulina d'Orbigny.

Der Aufbau der Gehäuse beginnt mit drei Kammerreihen, welche bald in eine einreihige, gerade gestreckte Kammerfolge übergehen.

Clavulina Parisiensis d'Orbigny.

(Taf. VI. 44.)

Nach Brady beginnt diese Art im Pariser Tertiär, lebt bis zu 1100 Meter bei Culebra, Bermuda, bei den Azoren, Philippinen, bei Pernambuco, wurde an mehreren Stellen des südlichen Stillen Oceans, einmal 6000 Meter tief, angetroffen.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Ein Gehäuse von $1._{25}$ Millimeter Länge ist bis auf das hintere Endstück aus einzelnen, in langsam zunehmendem Wachsthum über einander sich kerzengerade aufrichtenden Kammern gebildet. Das hintere Ende ist ein stumpf dreikantiger Zapfen, an welchen die einreihigen Kammern, anfangs schmaler als der Zapfen, sich anschliessen. Die Zahl der einreihigen Kammern ist verschieden, sie sind auch anfangs nicht immer deutlich abgetrennt. Die späteren Kammern haben stets deutlichere Einschnürung. Die Schlusskammer wölbt sich nach vorne etwas. Die Oberfläche der Schale ist rauh und mit kurzen Zapfen besetzt, welche unsymmetrisch vertheilt sind.

Clavulina (Parisiensis) humilis Brady.

(Taf. VI. 45.) Brady 395.

Brady erwähnt des Vorkommens dieser Varietät der Clavul. Parisiensis einzig von den Philippinen aus 180 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Aus einer dreikantigen, mit der Spitze nach unten gekehrten Pyramide, in welcher im durchfallenden Lichte die alternirenden Kammern kennbar sind, erhebt sich eine Säule von einzeln stehenden Kammern, welche fast so hoch wie breit, im Wachsthum rasch zunehmen, durch breite Einschnürungen getrennt, in der Mitte sich kugelig wölben. Die Oberfläche trägt ungleich grosse, nicht symmetrisch vertheilte Stacheldorne. Das vorliegende Exemplar hat $0._{25}$ Millimeter Länge, ist vorne abgebrochen.



Clavulina communis d'Orbigny.

(Taf. VI. 42. 43.) Brady 394.

Beginnt im Tertiär und findet sich bis zu 4000 Meter Tiefe bei den canarischen, Culebra-, Bermuda-Inseln, in dem südlichen Atlantischen und Stillen Ocean, in der Südsee bis zur Eisregion.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das Gehäuse ist $2._5$ Millimeter lang, bildet eine hinten kolbig verdickte, mit stumpfer Spitze endende runde Säule, welche vorne plötzlich abbricht, mit einer centralen kurzen Schnabelspitze endet. Die ersteren Kammern sind nicht zu unterscheiden, sie sind in dem Endkolben eingeschmolzen, auch die Kammern der Röhre sind kaum merklich getrennt. Die letzte Kammer ist in Länge und Dicke von den vorausgehenden nicht verschieden. Nach vorne endet sie mit horizontal eben abfallender Fläche, am Rande ganz wenig abgerundet. Die Oberfläche ist matt.

Ein Bruchstück ohne Ende und Anfang (Fig. 43) zeigt sehr deutlich horizontal abgegränzte Kammern von ziemlich gleicher Höhe und Breite.

Spiroplecta Ehrenberg.

In spiraler Aufrollung beginnend, gehen die Schalen in alternirende Stellung zweireihiggestreckter Kammerfolge über.

Spiroplecta annectens Parker, Jones.

(Taf. VI. 46.) Brady 376.

Beginnt nach Brady im Gault Englands, kommt vor bei den Ki-Inseln, Raine-Inseln, in 240 bis 280 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Ein $0._{85}$ Millimeter langes, $0._{15}$ breites Fragment, welches von zwei Reihen von schräg übereinander liegenden, niederen Kammern, alternirend in einander greifend, gebildet wird, deren Nähte nicht tief einschneiden. Die Mittellinie von vorne nach hinten ist höher auf beiden Seiten, das Gehäuse fällt gegen den Rand von der Mitte aus symmetrisch ab. Der vordere Theil fehlt an dem vorliegenden Exemplar. Das hintere Ende ist eine stumpfe, unregelmässige Zapfenform, welche eine Aufrollung nicht erkennen lässt. Die Oberfläche zeigt eine matte Cementsubstanz.

Spiroplecta rosula Ehrenberg.

(Taf. VI. 13. 14.) Ehrenberg — Mikrogeologie. 1854.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Diese von Ehrenberg aus der Schreibkreide beschriebene Art ist sehr zierlich, eine kleine, flache Bolivina mit eingerolltem Anfangstheile. Die Schalenhöhe hat $0._{11}$ Millimeter bei $0._{06}$ Breite. Hinten eingerollt, endet die Schale vorne mit stumpfer Spitze oder seitlicher Haube. Die alternirenden Kammern stehen halbsteil, haben scharf einschneidende Abtrennung und verhältnissmässig kräftige Poren. Der Kiel ist gerundet. Die Schalenstruktur ist keine sandige.

Spiroplecta biformis Parker und Jones.

(Taf. VI. 48—50.) Brady 376.

Nach Brady findet sich diese Art bei Buenos ayres, mitten im Stillen Ocean, bei Franz Josephs-Land, Nowaja Semlja, Baffinsbay, Davidsstrasse in Tiefen von 50 bis zu 4400 Meter, fossil in der Kreide und im Tertiär Englands.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat eine schlanke Zapfenform, erreicht bis $0._{20}$ Millimeter Länge, ist

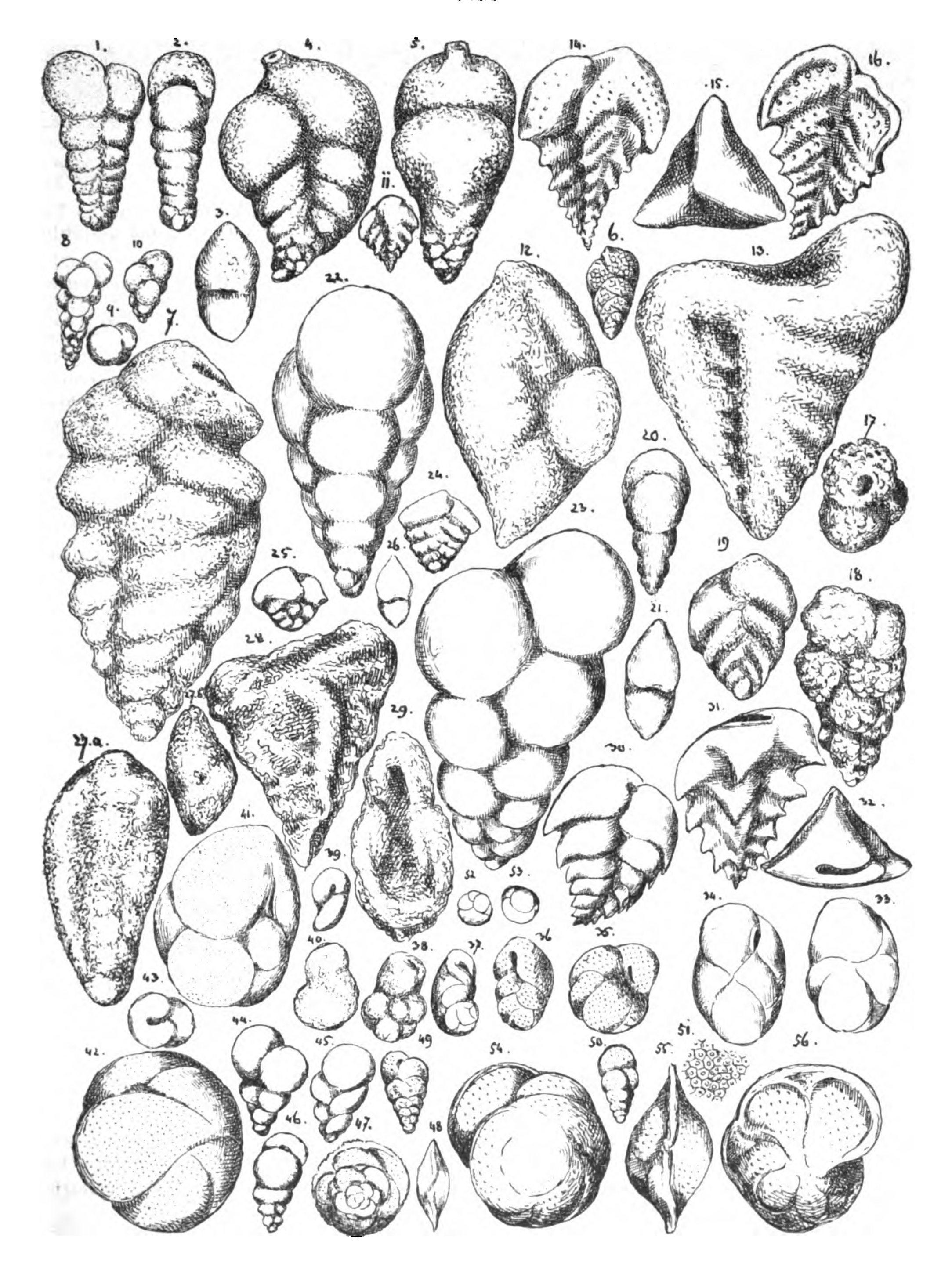
im Querschnitt oval. Das hintere Ende ist undeutlich eingerollt, schmal gerundet. Die weiter sich anreihenden Kammern stehen alternirend, sind durch wenig einschneidende Nahtlinien abgegränzt. Die Schlusskammer endet vorne als schräg abgeschnittener Mündungskragen. Der Rand der Schale ist oval gerundet, die Oberfläche ist zartkrustig rauh.

Brady gibt die Abbildung dieser Art in brauner Farbe. Die in vorliegenden Proben gefundenen Exemplare sind farblos und nur graulich durchscheinend.

Tafel VII.

Fig. 1 Gaudryina pupoides von der Seite,
„ 2 „ „ vom Rande,
„ 3 „ „ von oben,
„ 4 „ colligera „ der Seite.
„ 5 „ „ vom Rande,
„ 6 „ pupoides var. chilostomella,
„ 7 „ baccata var. maxima,
„ 8 Verneuilina pygmaea von der Seite,
„ 9 „ „ „ oben,
„ 10 „ „ „ der Seite,
„ 11 „ spinulosa „ „ „
„ 12 „ triquetra von oben,
„ 13 „ „ „ der Seite,
„ 14 16 „ spinulosa „ „ „
„ 15 „ „ „ oben,
„ 17 „ polystropha von oben,
„ 18 „ „ „ der Seite,
„ 19 Bigenerina capreolus „ „ „
„ 20 „ „ vom Rande,
„ 21 „ „ von oben,
„ 22 23 Verneuilina propinqua,
„ 24 25 Bigenerina pennatula von der Seite,
„ 26 „ „ „ oben,
„ 27 a Tritaxia indiscreta von der Seite,
„ 27 b „ „ „ oben,
„ 28 Verneuilina variabilis von der Seite,
„ 29 „ „ „ oben,
„ 30 31 Ehrenbergina serrata von der Seite,
„ 32 „ „ „ oben,
„ 33 Cassidulina oblonga von der Seite,
„ 34 „ „ „ „ „
„ 35 „ crassa „ „ „
„ 36 „ „ „ vorne,
„ 37 „ Parkeriana,
„ 38 40 „ Bradyi von der Seite,
„ 39 „ „ „ oben,
„ 41 42 „ subglobosa,
„ 43 Ehrenbergina pupoides von oben,
„ 44 45 46 „ „ „ der Seite,
„ 47 Cassidulina laevigata „ oben,
„ 48 „ „ vom Rande,
„ 49 Gaudryina pupoides von der Seite,
„ 50 „ „ vom Rande,
„ 51 „ „ vergrösserte Schalenfläche,
„ 52 Cassidulina subglobosa, Jugendform,
„ 53 „ „ „
„ 54 „ laevigata von oben,
„ 55 „ „ „ vorne,
„ 56 „ „ „ unten.

VII



Gaudryina d'Orbigny.

Gehäuse von gleicher Masse, bald rauh, bald glatt, wie Textularia gebildet, beginnen sie mit dreireihigem Kammeraufbau und verlaufen dann mit zwei Reihen wie Textularia.

Gaudryina pupoides d'Orbigny.

(Taf. VII. 1—3. 49—51.) d'Orbigny — Mémoire sur les Foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris. 1839.

Aus der Kreide von d'Orbigny beschrieben findet diese Art sich nach Brady lebend in Tiefwasser bis zu 4600 Meter im nördlichen wie im südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. einige; Neuamsterdam St. 59 b — 1485 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. von Australien St. 87 b — 1187 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 382 M. selt.; östl. von Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt.

Das Gehäuse ist zopfförmig, seitlich flach, am Rande zu stumpfem Kiel verengt, beginnt hinten mit stumpfem Kegel, erweitert sich allmählig nach vorne, und schliesst mit kräftigen, sich stark abhebenden Kammern ab. Der Anfangskegel hat mehrere Kammern in einem Umgang, bald aber stehen sich zwei alternirende Kammerreihen gegenüber. Die letzten zwei Kammern zeigen oben gesehen die Form von zwei Blättern, welche mit dem Stielrande aneinanderstossen. Die Mündung sitzt quer zur Längsachse des Gehäuses am Ende der Schlusskammer. Die Kammern sind anfangs wenig, dann stark eingeschnitten. Die Oberfläche ist filzigrauh. Das Gehäuse misst bei $0._{38}$ Millimeter Länge $0._{20}$ Breite. Kleine Gehäuse lassen die Oberfläche zuweilen eigenthümlich gegittert erscheinen, und es lassen sich bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 51) deutliche Poren mit polygonbegränztem Hofe wahrnehmen.

Gaudryina pupoides var. chilostomella Brady.

(Taf. VII. 6.) Brady 379.

Kommt im Tertiär vor, lebt mitten im Atlantischen Ocean, bei Juan Fernandez, Prinz Eduard, Tahiti.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 90 — 359 Meter selten.

In der Regel zeigt das Gehäuse nur geringe Dimensionen, etwa $0._{12}$ Millimeter Höhe und $0._{075}$ Breite. Gedrungen kräftig gebaut, endet die Schale vorne mit kugeligen breiten letzten Kammern, welche einen runden Rand zeigen, während die vorausgegangenen Kammern mehr geschmälert sind gegen den Rand. Die Kammernähte schneiden nicht besonders tief ein. Das Eigenthümliche dieser Varietät ist die mit einem Lippenvorsprung bewaffnete Mündung. Die Mündung sitzt oberhalb der vorletzten Kammer am Ende der letzten. Der Aufbau der Kammern beginnt in einer mehr oder minder deutlichen Dreizeile. Die Schalensubstanz ist Kalkcement, die Oberfläche körnig rauh. Zuweilen findet sich auch hier bei den kleineren Gehäusen eine ähnlich gitterige Zeichnung wie bei Gaudr. pupoides.

Gaudryina baccata Schwager variat. maxima.

(Taf. VII. 7.)

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Das Gehäuse ist fast zwei Millimeter lang, über 1 Millimeter breit, hat eine rauhe Oberfläche und baut sich aus einer knollig eingedrehten Anfangswindung in zahlreichen, wenig an Höhe aber rasch an Breite zunehmenden Windungen auf. Diese erreichen

oberhalb der Hälfte der Schalenhöhe die mächtigste Breite. Von da verengt sich das Gehäuse und es stehen zuletzt nur mehr zwei Kammern sich gegenüber. An vorliegendem Exemplar sieht man die letzte Kammer beschädigt. Die Oeffnung liegt in der Centralachse als halbrundlicher Ausschnitt. Die einzelnen Kammern liegen wie unregelmässig ausgebreitete Säcke übereinander, tief eingeschnitten, und je drei alternirend. Von der Abbildung bei Brady unterscheidet diese Form sich durch die ungewöhnliche Grösse.

Gaudryina colligera n. sp.

(Taf. VII. 4. 5.)

Gazelle: Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt.

Das Gehäuse ist $0._{36}$ Millimeter hoch, $0._{30}$ breit, hat die Gestalt einer auf die Spitze gestellten Pyramide, ist kalkig weiss, aber in der Struktur derb, auf der Oberfläche etwas uneben rauh. Die Kammern ranken sich im Anfang in sehr kurzer Dreizeile auf und wachsen dann alternirend fort, in Breite und Dicke ziemlich rasch, in der Höhe erst in den letzteren Kammern zunehmend. Die Kammern gehen, sich verschmälernd, in einen Kiel aus, welcher zackig frei mit jeder Kammer vortritt. Im Querschnitt zeigt sich die Schale als Doppelpyramide mit etwas verbogenen Spitzen. Die Kammern treten bauchig heraus und werden getrennt durch tiefe Scheidewände. Die Eigenthümlichkeit dieser Varietät von Gaudr. pupoid. chilostomella ist der am Ende der letzten Kammer frei vorstehende Flaschenkragen.

Verneuilina d'Orbigny.

Die Schale baut sich aus einer Anfangskammer in drei Reihen auf, die Kammern laufen am Rande entweder in einen Kiel aus oder enden bauchig, so dass der Querschnitt entweder dreieckig erscheint, die der Verneuilina zukommende Form, oder dreibauchig wie bei Bulimina. Verneuil. triquetra, spinulosa sind dreieckige, Verneuil. pygmaea, polystropha, propinqua dreibauchige Formen.

Verneuilina (Bulimina) pygmaea Egger.

(Taf. VII. 8—10.) Egger — die Foraminiferen der Miocänschichten von Ortenburg. 1857.

Diese als Bulimina aus dem Miocän von Ortenburg beschriebene Art kommt nach Brady vielleicht schon in der Kreide von Meudon (Ehrenberg) vor und findet sich bis zu 5800 Meter in allen Meeren des Nordens und Südens.

Gazelle: Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 92 — 5523 M. selt., St. 95 a und b — 4078 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse ist im Umriss eine umgekehrte Pyramide, welche nicht mit kantigen, sondern drei gerundeten Kammerreihen abschliesst. Die Kammern steigen aus einer deutlichen Anfangskugel allmählig wachsend und je drei einen Umgang bildend, empor, sind kugelig und bilden meist 4 bis 5 Umgänge, seltener (Fig. 8) wachsen sie zu mehr als fünf Umgängen an. Vorne endet die Schale schräg. Die Mündung sitzt, wenn sie zu erkennen ist, am Endsaum der Schlusskammer als Ovalausschnitt, gegen die Schalenachse gerichtet. Die Oberfläche ist matt oder porös, bei stärkerer Vergrösserung stets zart agglutinirte Masse. Die Höhe des Gehäuses beträgt $0._{10}$ bis $0._{15}$ Millimeter.

Verneuilina variabilis Brady.

(Taf. VII. 28. 29.) Brady 385.

Aus 380 Meter Tiefe bei den Fidschi-Inseln (Kandavu) bekannt.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse ist einen Millimeter hoch, halb so breit, flach, aber im Querschnitt

unregelmässig dreieckig. Vorne endet das Gehäuse mit einem stumpfen Kegel, hinten rollt sich der Körper ein. Von dem vorderen Ende läuft auf der einen Fläche eine derbe, stumpfe Kante nach hinten, zu deren Seiten die lappigen Kammern angelagert sind. Die Scheidewände sind wenig deutlich, die Oberfläche der Schale ist unregelmässig rauh, an wenigen rauhen Stellen deutlich porös. Die Mündung befindet sich am vordern Ende in einem unregelmässig entwickelten Kragenwulst.

Verneuilina triquetra Münster.

(Taf. VII. 12. 13.) Brady 383.

Von Römer und Reuss aus der Kreide von mehreren Fundorten beschrieben findet sich nach Brady diese Art seltener lebend in Tiefen von 45 bis 750 Meter bei Westindien, südlich New-York, bei den Fidschi-Inseln.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; östl. Südamerika St. 148 — 110 M. selt.

Das normal gebaute Gehäuse hat bei $0._{25}$ bis $0._{75}$ Millimeter Höhe einen Umriss von dreieckiger Form, endet unten als Spitze, oben mit breiter Basis. Der Querschnitt gleicht mehr einer Textularia, indem die in Mitte der Schale, der Centralachse entlang heraustretende dritte Kante nicht so kräftig wird, um im Querschnitt ein deutliches Dreieck zu bilden.

Das rauhschalige Gehäuse legt, von der Spitze beginnend, die Kammern allmählig und alternirend übereinander, auf einer Fläche tritt die Schale, wo die Kammern zur Achse sich vereinigen, als Längsleiste wulstig heraus.

Der Anblick von oben gibt eine wellig unebene Fläche mit grubigen Einsenkungen, während am Rande die Wülste der Kammerflächen stumpfkantige Abgränzung bilden.

Verneuilina propinqua Brady.

(Taf. VII. 22. 23.) Brady 387.

Wurde nach Brady vereinzelnt bis zu 5500 Meter Tiefe gefunden im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Neu-Amsterdam St. 58 — 2624 M. selt.

Das Gehäuse ist nahezu 1 Millimeter hoch, ist ein aus drei Reihen von Kammern gebildeter, mit der Spitze nach abwärts gerichteter Kegel, welcher in gleichmässigem Wachsthum aufsteigend, je drei Kammern in einem Umgang hat und dessen Spirale ganz sachte sich aufrollt. Die Kammern sind rundlich, werden von deutlichen Einschnitten getrennt. Der seitliche Anblick der Schale zeigt auf einer Fläche eine übereinander senkrecht aufgerichtete Kammerreihe, während die andere Fläche die seitlich alternirende Einfügung der übereinanderstehenden Säulen von je 2 Kammern erkennen lässt. Die Ansicht von oben zeigt die unbestimmte Oeffnungsgrube am Vereinigungspunkte der drei Kammersäulen.

Das Schalengefüge ist eine mattgrauliche Cementmasse, braune Färbung lässt vorliegendes Exemplar nicht erkennen.

Verneuilina polystropha Reuss.

(Taf. VII. 17. 18.) Brady 386.

Reuss beschreibt diese Art aus dem böhmischen Unteren Plänerkalk, Brady erwähnt des Vorkommens in posttertiären Lagen von Norwegen, Schottland, Irland und citirt sie als lebend aus dem Mudd, Ufersand und von Aestuarien der Baffinsbay, Davidstrasse, Nowaja Semlja, von England, Dänemark, Frankreich, Spanien, dem Mittelländischen, Adriatischen Meere, von Ceylon und Australien.

Gazelle: Galewostrasse St. 104 a — 6 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar ist nicht vollständig, hat rothbraune Färbung, ist

aus ungleich grossen Körnern gebildet, hat 0.32 Millimeter Länge, 0.17 Breite. Die Form ist ein unten sich zuspitzender Zapfen, welcher, aus dreikammerigen Umgängen gebildet, nach hinten sich verengt, vorne mit der rundlichen Schlusskammer des letzten ? Umganges endet. Die verengte Anfangspartie lässt die Kammerentwicklung erst im dritten Umgang deutlich werden. Die drei Kammern je eines Umganges sind durch einschneidende Scheidewände getrennt und von den Kammern eines Umganges sind je zwei ganz auf einer, eine ganze und Theile der übrigen auf der anderen Seite sichtbar. Die Oeffnung ist an dem vorliegenden Exemplar, dessen Schlusswindung fehlt, ein centrales rundliches Loch.

Verneuilina spinulosa Reuss.

(Taf. VII. 11. 14—16.) Reuss — Neue Foraminiferen des österreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Diese Art ist als fossile aus Englands Kreide, aus dem Tertiär von Wien und von Castellarquato, von Spanien, auch von Ortenburg in Bayern beschrieben. Brady bezeichnet sie als tropischen und subtropischen Seichtwasserbewohner. Sie kommt in Tiefen von 12 bis zu 4200 Meter vor im nördlichen Theile des Atlantischen Meeres und im südlichen und wurde beobachtet im Mittelländischen, im Rothen Meere, bei Mauritius, Ceylon, im nördlichen und südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. mehrf.; westl. Australien St. 87 b 1187 M. mehrf.; St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse hat 0.20—0.35 Millimeter Höhe, 0.13—0.25 Breite. Die Form ist eine dreikantige Pyramide, deren Spitze das hintere Ende des Gehäuses bildet. Drei Reihen flacher Kammern bauen sich von der Anfangskammer der Pyramidenspitze auf, ranken an der Centralachse empor und laufen sehr schräg abfallend in je einen kantigen Rand aus. Sie werden durch deutliche Scheidewände getrennt. Entlang den Scheidewänden tragen die Kammern auf ihren Flächen kräftiggerandete Poren. Vorne endet das Gehäuse als stumpfe Pyramide, welche aus drei schrägen Ebenen sich aufrichtet, deren letzte die Mündung trägt. Von oben betrachtet bietet sie dem Auge einen dreieckigen Querschnitt. Die Seitenansicht zeigt am hinteren Ende des Gehäuses einen Stacheldorn, die Kanten der Kammern laufen in Zacken aus.

Tritaxia Reuss.

Nach Brady sind Verneuilinen mit einer centralen Mündung als Tritaxia abzuscheiden.

Tritaxia indiscreta H. B. Brady.

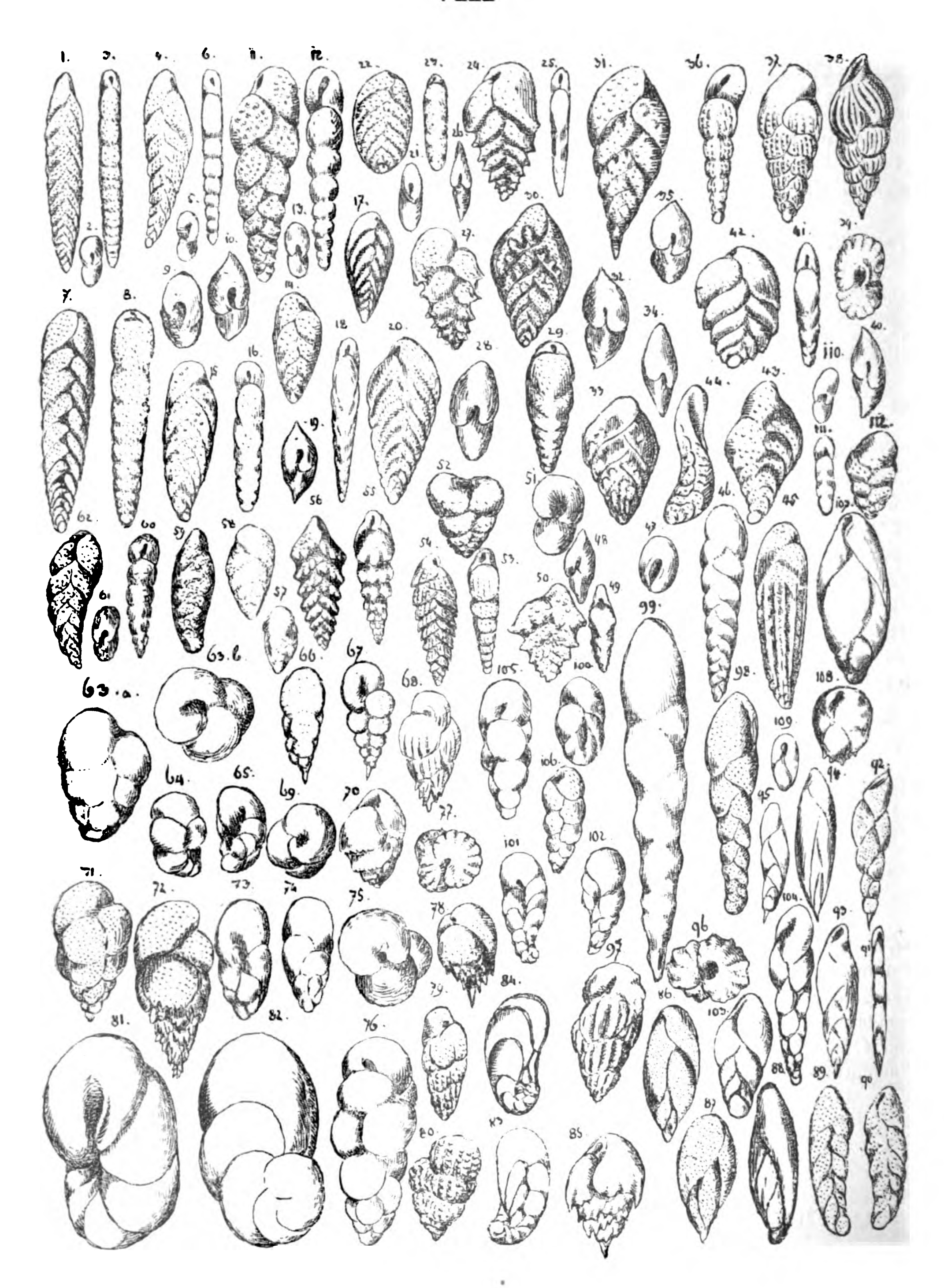
(Taf. VII. 27 a. b.) Brady 389.

Brady erwähnt diese Form aus 400 Meter Tiefe bei Kandavu.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.

Das einzige Exemplar hat 0.60 Millimeter Länge, ist gegen das vordere Ende am breitesten, aber rasch zu einem breitstumpfen Kegel verengt, welcher die undeutliche Mündung birgt. Das hintere Ende ist gerundet, die ganze Figur des Schalenumrisses unregelmässig keilförmig. Die Flächen des Gehäuses sind ungleich. Die eine Fläche erhebt sich zu einem breiten Längswulst, die andere Fläche ist eben, fast eingesunken. Der Querschnitt ist unregelmässig dreieckig. Die Schalenoberfläche ist aus zartkrustiger Cementmasse gebildet. Die Kammereinschnitte sind kaum zu erkennen.

VIII



Tafel VIII.

Fig. 1 Bolivina punctata von der Seite,
„ 2 „ „ „ oben,
„ 3 „ „ „ vorne,
„ 4 „ substriata „ der Seite,
„ 5 „ „ „ oben,
„ 6 „ „ „ vorne,
„ 7 „ porrecta „ der Seite,
„ 8 „ „ „ vorne,
„ 9 „ „ „ oben,
„ 10 „ limbata „ „
„ 11 „ „ „ der Seite,
„ 12 „ „ „ vorne,
„ 13 „ textularioides von oben,
„ 14 15 „ „ „ der Seite,
„ 16 „ „ „ vorne,
„ 17 „ dilatata von der Seite,
„ 18 „ „ „ vorne,
„ 19 „ „ „ oben,
„ 20 „ „ „ der Seite,
„ 21 „ ovata von der Seite,
„ 22 „ „ „ vorne,
„ 23 „ „ „ oben,
„ 24 „ Beyrichi von der Seite,
„ 25 „ „ „ vorne,
„ 26 „ „ „ oben,
„ 27 „ alata von der Seite,
„ 28 „ acaulis von oben,
„ 29 „ „ „ vorne,
„ 30 „ „ „ der Seite,
„ 31 „ robusta „ „ „
„ 32 „ „ „ oben,
„ 33 „ reticulata von der Seite,
„ 34 „ „ „ oben,
„ 35 „ nobilis von oben,
„ 36 „ „ „ vorne,
„ 37 „ „ „ der Seite,
„ 38 „ Karreriana von der Seite,
„ 39 „ „ „ oben,
„ 40 „ Hantkeniana von oben,
„ 41 „ „ „ vorne,
„ 42 „ „ „ der Seite,
„ 43 „ tortuosa von der Seite,
„ 44 „ „ vom Rande,
„ 45 „ amygdalaeformis,
„ 46 „ porrecta von der Seite,
„ 47 „ „ „ oben,
„ 48 „ pygmaea „ „
„ 49 „ „ „ vorne,
„ 50 „ „ „ der Seite,
„ 51 „ ambulacrata von oben,
„ 52 „ „ „ der Seite,

Fig. 53 Bolivina campanulata von vorne,
„ 54 „ „ „ der Seite,
„ 55 „ lobata von vorne,
„ 56 „ „ „ der Seite,
„ 57 58 59 62 Bolivina glutinata v. d. Seite,
„ 60 Bolivina glutinata von vorne,
„ 61 „ „ „ oben,
„ 63 a Bulumina pupoides von der Seite,
„ 63 b „ „ „ oben,
„ 64 „ declivis „ rückwärts,
„ 65 „ „ „ vorne,
„ 66 „ elegans von rückwärts,
„ 67 „ „ „ vorne,
„ 68 „ Buchiana von vorne,
„ 69 „ marginata „ oben,
„ 70 „ „ „ der Seite,
„ 71 „ affinis,
„ 72 „ aculeata,
„ 73 „ subteres von vorne,
„ 74 „ „ „ rückwärts,
„ 75 „ elongata „ oben,
„ 76 „ „ „ der Seite,
„ 77 „ Buchiana „ oben,
„ 78 „ aculeata,
„ 79 „ subornata,
„ 80 „ ornata,
„ 81 „ contraria von vorne,
„ 82 „ „ „ der Seite,
„ 83 84 „ convoluta „ „ „
„ 85 „ inflata,
„ 86 87 88 Virgulina pauciloculata,
„ 89 90 94 „ subsquamosa,
„ 91 Virgulina compressa von vorne,
„ 92 „ „ „ der Seite,
„ 93 95 „ Schreibersiana,
„ 96 Bulimina rostrata von oben,
„ 97 „ „ „ vorne,
„ 98 Virgulina squamosa,
„ 99 „ texturata,
„ 100 Bulimina subcylindrica,
„ 101 102 „ elegantissima,
„ 103 Virgulina subdepressa,
„ 104 „ squamosa,
„ 105 106 Bulimina elongata,
„ 107 „ pyrula,
„ 108 „ „ spinescens,
„ 109 Virgulina subquamosa von oben,
„ 110 Bolivina textularioides „ „
„ 111 „ „ „ vorne,
„ 112 „ „ „ der Seite.

Bulimina d'Orbigny.

Die Schale baut sich auf an einer Längsachse, um welche die von einer rundlichen Anfangszelle ausgehenden Kammern in Umgängen von je drei Kammern sich aufrichten, mit fortschreitendem Wachsthum in allen Dimensionen sich vergrössernd. Die Mündung bildet eine ovale Höhlung der letzten Kammer, der Centralachse zugekehrt. Die Schalenoberfläche ist glatt oder verziert.

Die einzelnen Arten stehen sich sehr nahe, die extremen Formen sind längliche, schlanke, wie B. elegans, elongata; dickbauchige kurze, B. pyrula, affinis, pupoides; die verzierten sind zum Theile auf der Fläche der Kammern, wie bei B. ornata, subornata, rostrata, aculeata, zum Theil am Saum der Kammern wie bei B. marginata, inflata, Buchiana besonders gestaltet. Wieder andere haben abnorme Stellung der Kammern, wie B. contraria, elegantissima, convoluta, oder es ist die Mündung in ungewöhnlicher Stellung angebracht, wie bei B. declivis, subcylindrica, subteres.

Bulimina elegans d'Orbigny.

(Taf. VIII. 66. 67.) Brady 398.

Von d'Orbigny aus dem Adriatischen Meere beschrieben findet sich nach Brady diese Art in Tiefen bis zu 3000 Meter im nördlichen Atlantischen Ocean, beim Cap der guten Hoffnung, bei Neuseeland und noch an verschiedenen Stellen des südlichen Stillen Oceans.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. selt.; Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt.

Bei $0._{19}$ Millimeter Länge und $0._{07}$ Breite hat das Gehäuse gerundete Zapfenform, baut sich in dreikammerigen Umgängen auf. Die Anfangskammer ist rund, steht einzeln, die spiral sich um die Längsachse aufrankenden Kammern schliessen sich an sie an in ziemlich gleichmässigem Wachsthum. Der Umgangssaum sowie die Kammerscheidelinien sind deutlich eingesenkt, mässig breit. Die Kammern nehmen mit dem fortschreitenden Wachsthum des Gehäuses an Wölbung zu, sind auf der Oberfläche porös. Die letzte Kammer endet vorne als breit gerundete Stumpfecke, die Anfangskammer setzt nach rückwärts einen Stachel an. Die Mündung befindet sich an der Endfläche der Schlusskammer der Centralachse des Gehäuses zugewendet. Die Achse ist manchmal gebogen.

Bulimina elongata d'Orbigny.

(Taf. VIII. 105. 106. 75. 76.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art als fossil aus dem Wiener Tertiär, lebend von Rimini. Brady citirt sie als zum Theil identisch mit B. imbricata Reuss aus der Lemberger Kreide und B. eocena Hantken vom Ungarischen Tertiär bei Gran, lebend aus dem nördlichen und südlichen Atlantischen Ocean aus 1150 bis 2600 Meter Tiefe.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist $0._{23}$—$0._{45}$ Millimeter hoch, $0._{10}$—$0._{20}$ breit, hat die Gestalt eines Zapfens, endet vorne gerundet, hinten etwas verengt mit Eispitze. Die Längsachse ist in der Regel gerade, zuweilen gebogen. Der Querschnitt zeigt drei Halbkugeln, deren dritte die kleinste ist. Die Umgänge folgen sich in gleichmässig kugeligem Wachsthum der Kammern. Die Scheidewände der Kammern sind aber nicht immer sehr tief. Die Schlusskammer ragt als gerundete Haube am vorderen Ende vor und trägt an ihrer der Centralachse des Gehäuses zugewendeten Fläche die Mündung.

Ein junges Exemplar von $0._{06}$ Millimeter Länge und $0._{02}$ Breite zeigt bereits vier vollständig ausgebildete Umgänge.



Bulimina pyrula d'Orbigny.

(Taf. VIII. 107.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Nach Brady beginnt Bul. pyrula im Eocän, lebt im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen, Stillen Oceans, im Indischen und im Mittelländischen Meere in Tiefen von 25 bis zu 5200 Meter.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das Gehäuse zeichnet sich aus durch eine sehr dünne, glasdurchsichtige Schale, einen zwetschgenförmigen Umriss, welcher nach vorne und hinten sich stumpf verengt, vorne als runde Haube endet, in welcher die ziemlich weit offenstehende Mündung sitzt. Die Eigenthümlichkeit der Art beruht in der lang gezogenen Form der Kammern, welche bei der Neigung des Gehäuses nach vorne sich zu verbreitern, flach langgestreckt erscheinen. Die Kammerscheidelinien sind nicht tief eingesunken, die Schalenoberfläche erscheint glatt. Der Schalendurchmesser beträgt $0._{33}$ Millimeter in der Länge, $0._{16}$ in der Breite. Der Querschnitt ist ein etwas rundliches Oval.

Bulimina pupoides d'Orbigny.

(Taf. VIII. 63 a. b.) d'Orbigny — Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Brady weist dieser Art das gleiche Vorkommen an wie B. ovata und affinis.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Bei $0._{15}$ Millimeter Höhe und $0._{10}$ Breite ist das Gehäuse zartglasschalig, hat gerundete Enden, gibt im Querschnitt drei bauchige Kammern. Die Wände der Kammern sind deutlich, mässig tief, die Umgänge aus je drei Kammern gebildet. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer gegen die Centralachse des Gehäuses gerichtet. Die Schale ist glatt. Die nach vorne freien Kammern sind ziemlich bauchig gewölbt.

Bulimina affinis d'Orbigny.

(Taf. VIII. 71.) Brady 400.

Brady vereinigt Bulimina ovata, affinis und pupoides d'Orbigny als nicht gut zu trennende Arten. Für B. affinis gibt Brady die Küste von Patagonien, den nördlichen Stillen Ocean und den Strandsand von Cuba an. Die bezeichneten Tiefen sind 1030 und 5700 Meter.

Gazelle: Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die wenigen aufgefundenen Exemplare stimmen sehr gut mit der Zeichnung von Taf. L. Fig. 14 Brady's. Der Schalenumriss hat umgekehrte Tropfenform, die Spitze nach unten gekehrt. Die Umgänge bauen sich allmählig ansteigend auf, die letzteren Umgänge zeigen rascheres Wachsthum, auch werden da die Scheidungseinschnitte deutlicher, tiefer. Die Kammern sind nicht besonders bauchig gebläht. Die Schalenoberfläche erscheint matt, bei stärkerer Vergrösserung ungleich porös. Die Höhe der Schale hat $0._{35}$, die Breite $0._{23}$ Millimeter.

Bulimina pyrula spinescens Brady.

(Taf. VIII. 108.) Brady 400.

Nach Brady bekannt aus 1060 Meter Tiefe von den Ki-Inseln.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse ist nur $0._{13}$ Millimeter hoch bei $0._{11}$ Breite, ist ein kugeliges Oval im Umriss, am breitesten in der Mitte der Schalenhöhe, endet vorne gerundet, hinten verengt. Die drei letzten Kammern decken mit ihrer glockenförmigen Wölbung den grössten Theil der Schale, sind oben gegen die Centralachse des Gehäuses geneigt und werden von einander durch tiefeinschneidende Nähte getrennt. Letztere stehen fast parallel zur Schalenachse. Die Kammern der ersteren Umgänge sind fast verborgen unter dem letzten

Umgang und tragen kurze Stachelknoten zerstreut stehend. Die Schalenoberfläche der letzten Kammer ist glatt. Die Mündung ist am Ende der letzten Kammer als längliche Grube zur Centralachse der Schale geneigt.

Bulimina subornata Brady.

(Taf. VIII. 79.) Brady 402.

Wurde nach Brady nur an zwei Stellen, bei den Aru-Inseln und südlich von Japan in Tiefen von 600 und 1460 Meter angetroffen.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat nur $0._{17}$ Millimeter Höhe bei $0._{07}$ Breite, ist ein ziemlich gleichmässig dicker, rundlicher Zapfen, welcher vorne sich abrundet, hinten in der Regel zu einer Stachelspitze sich verengt. Die Kammern reihen sich zu je 3 in Umgängen auf, werden durch deutlich eingeschnittene Nähte getrennt. Gegen das hintere Ende der Schale ist die Oberfläche der Kammern mit wallumschlossenen Poren besetzt, welche in Längsreihen stehend, das Ansehen einer Längsstreifung geben. In dem vorderen Schalentheile sind die Kammern mehr fein porös, ohne Streifen. Die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer als lehnstuhlähnliche Vertiefung. Der Stachel am hinteren Ende fehlt auch, zuweilen treten an dem Saume der ersteren Kammern Knötchen hervor als kurze nach hinten gerichtete Stacheln.

Bulimina ornata n. sp.

(Taf. VIII. 80.)

Gazelle: Westaustralien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist in seiner Form einem gedrungenen Zapfen ähnlich, beginnt mit einer Ausgangskammer unten spitz gerundet, rankt sich in 4—5 Umgängen von je drei bauchigen Kammern auf, endet vorne mit einseitig bauchig vorragender Schlusskammer. Die Scheidewände sind nicht sehr tief, die Oberfläche der Kammern ist mit Knötchen besetzt, welche gleichmässig, aber nicht hoch, sich über die Oberfläche erheben, von der Porenöffnung durchbohrt sind, zugleich in regelmässigen Längsreihen gestellt dem Gehäuse das Ansehen einer dichten Streifung geben. Die Länge des Gehäuses beträgt $0._{15}$, die Breite $0._{09}$ Millimeter. Von oben zeigen die drei im Querschnitt gesehenen Kammern die Längsstreifung gegen die Centralachse gerichtet. Die Mündung sitzt am Saume der Schlusskammer an der Centralachse.

Bulimina Buchiana d'Orbigny.

(Taf. VIII. 68. 77.) Brady 407.

Nach Brady beginnt B. Buchiana in den Nummulitenschichten und lebt als Tiefseebewohner bis zur Tiefe von 4300 Meter im nördlichen Atlantischen Ocean, am Cap der guten Hoffnung und in der südlichen Hälfte des Stillen Oceans.

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Oestlich Australien St. 116 — 951 M. selt.

Bei $0._{11}$ Millimeter Höhe und $0._{07}$ Breite ist das Gehäuse eine umgekehrt stehende Kegelgestalt mit kugeligem Umfang, vorne breit, hinten verengt und in der Regel in eine Stachelspitze ausgezogen. Ausgezeichnet ist diese Art durch Längsleisten, welche auf den letzteren Kammern fast fehlen, aber auf den Kammern der ersteren Windungen deutlich ausgebildet sind, und, obwohl nicht hoch, doch auf dem Querschnitt als kenntliche Stumpfkanten kervortreten. Die Schalenoberfläche ist matt. Die Mündung sitzt an dem Saume der letzten Kammer gegen die Mittelachse des Gehäuses.

Bulimina rostrata Brady.

(Taf. VIII. 96. 97.) Brady 408.

Die Challengerexpedition fand diese Varietät von B. Buchiana bei den Cap Verden, Tristan d'Acunha, zwischen Cap der guten Hoffnung und den Kerguelen, bei den Ki-Inseln bis zu 3200 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Bei $0._{20}$ Millimeter Höhe und $0._{14}$ Breite zeigt das Gehäuse Zapfengestalt, läuft hinten fast spitz zu, vorne zu einer eiförmigen Abrundung, in welcher sich die kapellenartig eingesenkte Mündung in der Schlusskammer geborgen erkennen lässt. Die Schale ist aus Umgängen aufgerichtet, über welche von vorne nach rückwärts kräftige Längsleisten hinweglaufen, sodass man die Abtrennung der einzelnen Umgänge kaum angedeutet sieht. Nur die letzten Kammern lassen die Abgränzung gut unterscheiden.

Bulimina aculeata d'Orbigny.

(Taf. VIII. 72. 78.) Brady 406.

Nach Brady ist diese Art zu finden in Tiefen bis zu 5000 Meter im höchsten Norden wie im antarktischen Meere, im Atlantischen wie im Stillen Ocean.

Gazelle: Kerguelen St. 55 — 640 M. selt.; Mauritius St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Galewostrasse St. 104 a — 6 M. selt.; östl. Montevideo St. 154 — 3924 M. selt.

Die Gehäuse sind kurz und dick oder auch langgestreckt zapfenförmig. Bei $0._{18}$ Millimeter Länge und $0._{12}$ Breite rankt sich das Gehäuse in fünf Umgängen mit je drei Kammern zapfenförmig auf, ist vorne breiter, endet hinten in einen Stachel. Es zeigt in der Regel der hintere Theil mehrere kürzere Stacheln unregelmässig um den Endstachel gestellt. Die letzteren Kammern sind ganz oder grösstentheils frei von Stacheln und tragen auf ihren Flächen Poren. Während die Kammern der ersteren Umgänge von den Stacheln ganz verhüllt sind, werden die letzteren Kammern durch tiefe Einsenkungen getrennt, zwischen welchen sie mehr oder weniger bauchig sich hervorwölben. Die Mündung sitzt an der Centralachse des Gehäuses an der inneren Endfläche der letzten Kammer.

Bulimina marginata d'Orbigny.

(Taf. VIII. 69. 70.) d'Orbigny, Tableau méthodique des Céphalopodes.

Im Tertiär beginnend kommt nach Brady diese Art vor im Kanal von Faröe, an den Küsten des Europäischen und des südlichen Atlantischen Meeres, dann im Stillen Ocean, in der Südsee, im Mittelländischen, im Adriatischen Meere bis zu 2900 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die Gehäuse haben bei $0._{19}$ Millimeter Höhe $0._{13}$ Breite, sind aus dreikammerigen Umgängen aufgebaut, beginnen mit enger unterer Spitze und wachsen stark in die Breite. Die grösste Schalenbreite liegt in dem letzten Umgang. Die Kammern sind bauchig, wölben sich vom oberen Saume aus etwas nach aussen, enden unten als frei ragender kantiger Saum, welcher mit Zacken und Kerben vorspringt. Die letzte Kammer wölbt sich vorne als runde Kuppel, in deren innerer Fläche, gegen die Centralachse des Gehäuses, die Mündung als längliche Oeffnung sitzt. Die ersteren Umgänge sind selten deutlich. Die Zacken stehen da mehr unregelmässig. Die Oberfläche der letzteren Kammern ist glatt oder fein porös.

Bulimina inflata Sequenza.

(Taf. VIII. 85.) Brady 406.

Beginnt nach Brady im Tertiär, findet sich von 180 bis zu 4400 Meter Tiefe im nördlichen wie im südlichen Atlantischen und Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 359 M. selt.

Die zapfenförmigen Gehäuse bauen sich sehr regelmässig in dreikammerigen Reihen auf, welche um die Längsachse der Schale sich aufranken, mit dem Saum der Windungen nach unten frei abstehen. Die Kammern sind glockenförmig bauchig, haben am unteren Rande einzelne kurze Dornen als Randeinfassung, laufen im mittleren Theile in einen längeren Zacken aus. Dadurch sieht das Gehäuse ringsum wie mit Dornen besetzt aus. Ausserdem ist die Oberfläche der grösseren Kammern dicht besetzt mit zarten Knötchen. Die letzte Kammer trägt kapellenartig die Mündung an dem gegen die Centralachse gerichteten Ende. Das Gehäuse ist unten spitz, wie aus lauter Stacheln gebildet. Die Höhe des Gehäuses beträgt bei $0._{18}$ Millimeter Breite $0._{30}$ Millimeter.

Bulimina convoluta Williamson.

(Taf. VIII. 83. 84.) Brady 409.

Wurde nach Brady bisher nur selten gefunden, in Tiefen von 70 bis 270 Meter bei Raine-island in der Torresstrasse, bei Schottland und Skye, bei Stocksund und Bergen in Norwegen.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selten, St. 36 — 3566 M. selten; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Das im Umriss nierenförmige Gehäuse hat bei $0._{21}$ Millimeter Länge $0._{12}$ Breite, ist flach und zeichnet sich durch eine durchsichtige, glatte Schale aus. Der Aufbau der Kammern ist ein sehr eigenthümlicher. Es richten sich aus einer Anfangseinrollung mit runder Ausgangskammer drei Reihen von Kammern auf. Diese entwickeln einen sehr ungleichen Ausbau. Die erste und zweite Kammerreihe liegen mit ihren Kammern divergirend, sie gehen von der Embryonalkammer aus, richten aber ihren Aufbau die eine nach rechts, die andere nach links. Dabei bleibt letzter auf kurze, fächerartig sich lagernde Kammern kleinen Umfangs beschränkt, mit den Ausläufern in die Scheidewände der dritten Kammerreihe eingreifend. Die zweite Reihe entwickelt bereits etwas grössere Kammern. Deren Nähte stehen gleichfalls in Fächerausbreitung und greifen mit ihren Ausläufern auch in die dritte Reihe ein. Die dritte Kammerreihe baut sich aus der Embryonalkammer in fortgesetzter Aufeinanderfolge der Kammern auf, welche den Rücken des Gehäuses bilden, in der letzten Kammer nach vorne gekehrt die Oeffnung als Längsschlitz zeigen. Die Kammern der letzten Kammerreihe sind tief eingeschnitten, die Kammern selbst sind bauchig über den Schalenrücken gewölbt.

Bulimina (Rotalina) contraria Reuss.

(Taf. VIII. 81. 82.) Reuss — über die fossilen Foraminiferen und Entomostracaen aus der Umgegend von Berlin.

Diese von Reuss als fossil von Hermsdorf beschriebene Art findet sich lebend in Tiefen bis zu 2470 Meter bei den Cap Verdeinseln, südlich von Japan und bei den Inseln des südlichen Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Von oben wie Pulvinulina auricula langgestreckt, hat das Gehäuse eine verlängerte Eiform im Umriss, ist auf der oberen Fläche beinahe eben, rollt sich in einer sehr engen Anfangswindung ein und setzt dann in raschem Höhenwachsthum die Kammern der

Schlusswindung an. Diese Windung hat 8 Kammern. Die Scheidewände sind scharf linienförmig gezeichnet, schneiden aber wenig ein. Die Nabelfläche ist wesentlich verschieden. Die Kammern rollen sich wie bei Bulimina in Füllhorngestalt ein, die Scheidewände sind gleichfalls nicht tief, haben aber eine sehr stark sigmoidale Biegung, beginnen am Rande des Gehäuses und laufen bis zu einer Vertiefung herab, welche entgegengesetzt der Anfangswindung der oberen Fläche als Aufrankungsausgang für die Nabelfläche erscheint. Von der Nabelfläche aus sieht das Gehäuse wie eine Bulimina, von der oberen Fläche gesehen wie eine Pulvinulina aus. Die Schale ist in den meisten gefundenen Exemplaren einen halben Millimeter hoch. Ein sehr zierliches Gehäuse von $0._{11}$ Millimeter Höhe und $0._{08}$ Breite von Station 90 zeigt die Aufbau-Verhältnisse besonders deutlich. Die Schalen-Oberfläche ist glatt.

Bulimina elegantissima d'Orbigny.

(Taf. VIII. 101. 102.) Brady 402.

Nach Brady beginnt diese Art im Eocän, kommt lebend vor in Tiefen von 3 bis zu 1100 Metern bei Nowaja Semlja, England, Belgien, Frankreich, bei den Falklands-Inseln, bei Ost-Australien, den Südsee-Inseln, entlang der Küste von Cap Horn bis Peru.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die zierliche Füllhorngestalt hat bei $0._{22}$ Millimeter Höhe $0._{11}$ Breite, baut sich aus drei Umgängen in gewundener Aneinanderreihung der Kammern auf, welche schmal und hoch entwickelt, gegen die Centralachse immer mehr übergreifen. Dieses eigenthümliche Anwachsen in die Höhe verursacht auch, dass der letzte Umgang den grösseren Theil der Schale darstellt. Die Schlusskammer ragt am Schalenende vor und umschliesst die lehnstuhlartig gegen die Centralachse des Gehäuses gewendete Mündung. Die Oberfläche der Schale ist glatt oder matt.

Bulimina subcylindrica H. B. Brady.

(Taf. VIII. 100.) Brady 404.

Wurde nach Brady bei den Canaren, Cap Verden, bei Pernambuco, bei der Patagonischen Westküste, bei Tahiti, in der Torresstrasse in Tiefen von 300 bis 2000 Meter aufgefunden.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.

Bei $0._{15}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite hat das Gehäuse eine Eiform mit fast gleicher Abrundung am vorderen wie am hinteren Ende, mit geringer Ausbauchung nach den Seiten. Im Ganzen ist der Querschnitt rund. Die Kammern stellen sich von der Anfangszelle an ziemlich hoch aufgerichtet neben einander, umkreisen je drei einmal die Längsachse und entwickeln mit fortschreitendem Wachsthum immer mehr längsbauchige Schuppenform. Die Nähte schneiden bestimmt ein, die Form des Umrisses wird dadurch, wie oben erwähnt, in der halben Schalenhöhe etwas bauchig und gekerbt. Die Mündung liegt als Schlitz in der Richtung der Längsachse in der Nahtrinne der letzten Kammer.

Bulimina subteres H. B. Brady.

(Taf. VIII. 73. 74.) Brady 403.

Hat nach Brady sehr weite Verbreitung im hohen Norden, findet sich bis zu 2060 Meter Tiefe bei Irland, den Faröen, Schottland, auch sonst im nördlichen und südlichen Atlantischen Ocean, auch im südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.

Das $0._{20}$ Millimeter hohe Gehäuse hat glasglänzende Schale, ist walzenförmig mit stumpfer Abrundung am vorderen, mit runder Spitze am hinteren Ende, hat durch die



Stellung der Mündung etwas Eigenthümliches. Die Mündung befindet sich beinahe in der Mitte der Schalenhöhe auf der Seite, wo der Saum der letzten Kammer diese von der vorhergehenden Windung scheidet, als schräger Spaltschlitz. Die Schale baut sich um die Längsachse, aus einer kugeligen Anfangszelle beginnend, in allmähliger Aufrankung auf, die Kammern werden nicht bauchig, sondern verbreitern sich gegen den Schalenrand von der Centralachse aus. Die Scheidelinien sind bestimmt ausgeprägt.

Bulimina declivis Reuss.

(Taf. VIII. 64. 65.) Brady 404.

Beginnt im Tertiär, wurde lebend gefunden in 106 Meter Tiefe bei den Ki-Inseln.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.

Das Gehäuse hat nur $0._{09}$ Millimeter Höhe bei $0._{06}$ Breite, zeichnet sich aus durch eine kugelige Anfangskammer, von welcher aus die Achse des Gehäuses sich stark spiral einbiegt, nach vorne zu einer senkrechten Spaltlinie einsinkend. Die Kammern sind ziemlich gewölbt, deutlich einschneidende Scheidelinien trennen sie. Nach vorne schliesst die letzte Kammer gerundet ab. die Mündung ist nach der Spaltlinie der Vorderfläche gerichtet.

Virgulina d'Orbigny.

Die Entwicklung der in zwei Reihen sich aufrichtenden Kammern hat das Eigenthümliche, dass die Kammern der einen Reihe mit fortschreitender Verlängerung des Gehäuses immer mehr über die Mittellinie hereingreifen, so dass von der Seite aus stets ungleich grosse Kammern einander gegenüberstehend gesehen werden. Die Mündung ist ein Schlitz, welcher vom vorderen Ende der Schlusskammer gegen die Centralachse des Gehäuses verläuft.

Virgulina Schreibersiana Cziczek.

(Taf. VIII. 93. 95.) Cziczek, Beitrag zur Kenntniss der Foraminiferen des Wiener Beckens. 1848.

Diese von Cziczek aus dem Wiener Tertiär beschriebene Art ist nach Brady fast allenthalben zu finden, sie ist häufig angetroffen worden im Atlantischen, Stillen Ocean, in der Südsee, im Rothen, im Mittelländischen Meere, mit einer Ausbreitung bis zum hohen Norden und in Tiefen vom Ufer bis zu 5400 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Kerguelen St. 55 — 640 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. selt.

Das Gehäuse ist schlank aufgebaut, erreicht gewöhnlich eine Länge von $0._{25}$ bis $0._{28}$ Millimeter bei $0._{06}$ bis $0._{07}$ Breite. Die nicht zahlreichen Kammern reihen sich um die Längsachse knospenblattähnlich in der Weise auf, dass die Spitzen nach rückwärts gerichtet stehen. Die Kammern sind länger als breit, stehen in zwei Längsreihen. Diese Reihen sind aber übergreifend, wodurch die Mittellinie nach einer Seite verschoben wird, und in der Seitenansicht das Gehäuse sogar verbogen erscheint. Gegen das Ende werden die Kammern kräftiger und es erreicht die letzte Kammer fast ein Dritttheil der Schalenlänge. Die einzelnen Kammern sind durch tiefe Einschnitte getrennt, die letzte Kammer ragt als einseitig abgeschrägte Haube vor, deren gegen die Centralachse des Gehäuses gerichtete Fläche in einer schmalen Nische die Mündung als Längsschlitz birgt. Die Schalenoberfläche ist fein porös. Die Anfangszelle läuft nach rückwärts in einen Stachel aus.

Virgulina squamosa d'Orbigny.

(Taf. VIII. 98. 104.) Römer, die Cephalopoden des norddeutschen Tertiärsandes.

Gazelle: Westl. von Australien St. 85 — 4298 M. selten, St. 87 b — 1187 M. selten; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 79 — 3548 M. selt.

Das Gehäuse bildet eine Walze, welche vorne breiter, hinten verengt, aus länglichen Kammern sich aufbaut, deren Aneinanderreihung gegenüberstehend an der Längsachse sich aufrichtet. Die Kammern weichen aber dabei seitlich immer mehr aus, sodass endlich in der dem Auge sich darstellenden Fläche einestheils ganze Kammern, andererseits nur Kammertheile sichtbar werden. Die Scheidewände senken sich tief ein. Die letzte Kammer trägt gegen die Centralachse gestellt die Schlitzöffnung auf der nach innen gewendeten Endfläche der Kammer. Die Oberfläche ist glatt oder porös, die Länge des Gehäuses $0._{20}$ bis $0._{36}$ Millimeter.

Virgulina subsquamosa Egger.

(Taf. VIII. 89. 90. 109.) Die Foraminiferen der Miocänschichten bei Ortenburg in Niederbayern. 1857.

Brady vereinigt diese Form mit Virg. squamosa, und gibt ihr Vorkommen an aus Tiefen von 55 bis 5500 Meter von der Baffinsbay, dem nördlichen und südlichen Atlantischen, dem Mittelländischen, Rothen Meere, im nördlichen und südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; St. 36 — 3566 M. selt. Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 — 1485 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selten; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selten, St. 86 a — 1189 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Timor St. 96 — 2981 M. selt., Neuseeland St. 128 — 2769 M. selt.

Das Gehäuse ist ein kommaförmig gebogener Zopf, im Querschnitt oval, vorne breiter, hinten schmäler, aus Kammern aufgebaut, welche ziemlich schräg abfallend übereinander liegen. Die alternirenden Kammern umfassen die Centralachse fortlaufend von einer Seite her mehr als von der anderen. Die Scheidewände der Kammern sind deutlich, schneiden aber nicht breit ein. Die Schalenoberfläche trägt Poren. Die Mündung sitzt in der Nische der letzten Kammer, von deren stumpfer Spitze gegen die Centralachse verlaufend. Von V. squamosa unterscheidet sich subsquamosa durch den flachen Bau, durch derbere Poren.

Virgulina subdepressa Brady.

(Taf. VIII. 103.) Brady 416.

Brady citirt diese Art aus 3600 Meter Tiefe von Juan Fernandez im südlichen Stillen Ocean, und von 4000 und 4650 Meter Tiefe aus der Mitte des südlichen Atlantischen Meeres.

Gazelle: Kerguelen St. 50 — 3480 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; zwischen Australien und Südamerika St. 142 — 3658 M. selt.; zwischen Südamerika und Südafrika St. 156 — 3950 M. einige; im Atlant. Ocean St. 162 — 3822 M. selt.

Bei $0._{20}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite ist das Gehäuse ein etwas seitlich gebogener Zopf, welcher, am Seitenrande gerundet, aus zwei alternirenden Reihen von je 3 bis 5 Kammern sich aufbaut. Die erste Kammer ist rund und gibt dem Gehäuse eine abgerundete Form am hinteren Ende. Die Kammern legen sich knospenblattartig übereinander und begränzen sich in der Mittellinie der Längsachse in regelmässigen Zickzackwinkeln. Vorne schliesst das Gehäuse schräg ab, geradlinig von der vorletzten in die letzte Kammer fortsetzend. In der seitlichen Ansicht greifen die Kammern der einen

Seite zuerst unten, dann entgegengesetzt oben etwas mehr nach der Mitte zu über. Die Schale ist glatt oder porös. Die Oeffnung sitzt am Ende der letzten Kammer gegen die Centralachse von vorne zur Mitte verlaufend.

Virgulina pauciloculata Brady.

(Taf. VIII. 86—88. 94.) Brady 414.

Bisher aus Tiefen von 6 bis zu 350 Meter von Papua, Torresstrasse und den Ki-Inseln bekannt.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. selt.; Westküste Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selten.

Das zierliche Gehäuse hat $0._{17}$ Millimeter Länge, erscheint besetzt mit feinen Poren oder glatt auf der Oberfläche, ist schlankcylindrisch, am vorderen Ende oval gerundet, in der Längsachse fast gerade, hat nur wenige, durch geringeinschneidende Wände getrennte Kammern. Die ungemein verlängerten Endkammern bilden den grössten Theil des Gehäuses. Am hinteren Schalenende befindet sich ein zarter Stachel. Die Mündung sitzt als Schlitz schräg zur Achse des Gehäuses am Ende der Schlusskammer.

Virgulina texturata Brady.

(Taf. VIII. 99.) Brady 415.

Brady bezeichnet als bisher bekannte Fundorte die Insel Juan Fernandez und die Ki-Inseln mit Tiefen von 236 und 3400 Meter.

Gazelle: Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar ist einen Millimeter lang, hat Zopfgestalt, ist vorne am breitesten ($0._{22}$ Millimeter). Nach hinten verengt sich das Gehäuse in eine stumpfe Spitze — die Anfangskammer. Von dieser bis zur Schlusskammer lassen sich je 11 Kammern zählen. Diese treten anfangs wenig hervor, greifen gegen die eben so vielen in der anderen Reihe stehenden Kammern immer etwas über, wesshalb die Seitenansicht die Kammern einer Reihe fortschreitend grösser erscheinen lässt, als die der anderen. Je näher die Kammern dem vorderen Ende stehen, desto tiefer schneiden die Scheidewände ein. Die Oberfläche ist glatt. Die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer gegen die Centralachse gerichtet.

Virgulina Schreibersiana Cziczek variatio complanata.

(Taf. VIII. 91. 92.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist sehr durchsichtig, hat $0._{30}$ Millimeter Länge, $0._{08}$ Breite, weicht von der normalen Form dadurch ab, dass die Schale ganz flach gedrückt ist, wodurch die Gestalt der Mündung breiter wird, als diess sonst bei Virgulinen der Fall ist, und bei durchfallendem Lichte (in Glycerin) die Mündungen sämmtlicher Kammern, welche gegenüberstehen, sichtbar bleiben. Die Schale hat je 4 bis 5 Kammern in jeder Reihe, die Kammern sind langgestreckt, haben bestimmt einschneidende, aber nicht tiefe Scheidelinien, sind auf der einen Hälfte der Schalenfläche in einer, ebenso auf der gegenüberliegenden Schalenfläche in der anderen Kammerreihe breiter, haben sehr zarte Poren. Die kugelige Anfangskammer endet nach hinten in einen Stachel. Die Schlusskammer hat in seitlicher Hufeisenform die weit offenstehende Mündung.

Bolivina d'Orbigny.

Brady stellt Bolivina an das Ende der Textularinengruppe als diejenige Form, welche den zweizeiligen Aufbau am regelmässigsten ausgebildet trägt.

Von einer kugeligen oder ovalen Anfangszelle beginnend schliessen sich die Kammern einer in der Regel geradegestreckten Achse entlang in zwei Reihen aneinander, sich in mehr oder weniger schrägen Halbbögen übereinander lagernd. An der Centralachse vereinigen sich die Enden der Bögen in der Weise, dass je ein Bogen über den von der anderen Seite kommenden übergreift.

Die einfachste Form ist ein flaches Oval, *Boliv. ovata*. Wenn der Körper sich nach vorne verbreitert und hinten verengt, bildet sich, in der Längsachse verdickt, am Kiel enge, *B. dilatata*.

Kräftige Gehäuse mit verschiedener Verzierung der Oberfläche entwickeln aus B. dilatata die mit Endstachel ausgerüstete *B. robusta* und deren Varianten *B. acaulis, B. reticulata, B. pygmaea*, bei Abflachung der Schale in der Achsenfläche *B. Beyrichi* und deren Variation *alata*, dann mit nicht poröser, zarter, dünner Schale *B. Hantkeniana*.

Eine andere Reihe entwickelt sich aus *Boliv. textularioides,* welche der B. dilatata nahe steht, aber im Kielrand gerundet, in der Achsenlinie des Gehäuses flach ist. Schmale Verlängerung des Gehäuses durch eine grosse Zahl niederer Kammern bei rundlichem Rande führt zu *B. punctata*. Eine Varietät von dieser, mit Reihenstellung, ist *B. striata*.

Die Poren stellen sich in Reihen und vermitteln dadurch den Uebergang zur längsgestreiften *B. nobilis,* welche aber am Rand sich zur Schneide verengt. Wird die Kammerform mehr bauchig, und erheben sich die Längslinien zu vorragenden Leisten, so erscheint *B. Karreriana*. B. nobilis geht in *B. amygdalaeformis* über, wenn der hintere Theil des Gehäuses sich mit kräftigen, über die Kammern weglaufenden langen Rippen bedeckt.

Von Boliv. textularoides lässt sich auch die *Boliv. tortuosa* ableiten als wellig verbogene breite Blattform.

An Boliv. punctata lehnt sich mit kräftigerer Entwickelung der Kammern die stattliche *B. porrecta* an. Werden die Kammern tief getrennt, grösser und bauchig, so entsteht *B. limbata*.

Bei schärferer Vertiefung der Einschnitte zwischen den Kammern treten auf diesen Verzierungen auf, in feineren Formen *B. campanulata*, in derberen *B. lobata*.

Eine der B. textularioides sehr nahe stehende Form ist die *Boliv. glutinata*, ein Cementfilzgehäuse, dessen Anfangskammern nicht zu unterscheiden sind.

Endlich findet sich eine sehr breitkammerige, niedere Form mit wenigen Kammern, welche nach ihrem Bau mehr den Buliminen gleicht, aber entschieden zweizeilig bleibt, *Bolivina ambulacrata*.

Bolivina ovata nov. sp.

(Taf. VIII. 21—23.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige.

Bei ungefähr $0._{12}$ Millimeter Höhe und $0._{08}$ Breite zeichnet diese Form sich aus durch einen eiförmigen Umriss, hat beiderseits ebene Flächen, einen fast gerundeten Rand. Die Kammern sind breit, nicht hoch, legen sich an eine kugelige Anfangskammer an, 6—8 auf jeder Seite, werden durch deutliche, aber nicht sehr tiefe Einsenkungen getrennt, welche schräg zur Centralachse des Gehäuses stehen. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer, als Schlitz gegen die Centralachse gerichtet. Die Oberfläche

ist mit nicht sehr dicht stehenden Poren besetzt. Der Umriss dieser Form gleicht den Grammostomum, welche Ehrenberg in seiner Mikrogeologie darstellt, aber die Mündung wird dort ganz am Ende der Schale als Scheitelschlitz angegeben, wie ihn Bigenerina zeigt. Bolivina textularoides ist die hinsichtlich des gerundeten Randes, B. acaulis die hinsichtlich der Blattgestalt nahestehende Form.

Bolivina dilatata Reuss.

(Taf. VIII. 17. 18–20.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Reuss schildert diese Art aus dem Tertiär von Grinzing und Felsölapugy. Brady erwähnt des tertiären Vorkommens auch aus der Nähe von Rom. Lebend wird sie im nördlichen Theil des Atlantischen Meeres von Bermuda und den Azoren bis zum Kanal von Faröe angetroffen in Tiefen bis zu 985 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59 a und b — 1485 M. einige; westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 101 a — 55 M. einige, St. 104 a — 3 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.

Die Gehäuse haben blattförmigen Umriss, vorne breiter, hinten verengt, sind flach, aber in der Mitte, der Centralachse entlang, etwas dicker, fallen von dieser Mittelkante gegen den Rand allmählig ab. Der Rand ist beiderseits gekielt, der Querschnitt stellt eine flachgedrückte Doppelpyramide dar. Die zahlreichen Kammern fallen, in alternirenden Reihen stehend, schräg ab, sind nicht hoch. Die Scheidewände senken sich deutlich zwischen den Kammern ein. Die Oberfläche trägt Poren, deren Abstand von einander meist einigen Zwischenraum der Schale frei lässt. Am vorderen schräg abfallenden Ende der Schale befindet sich die Mündung als Schlitz in der letzten Kammer. Die Grössenverhältnisse entsprechen bei $0._{13}$ Länge einer Breite von $0._{07}$ Millimeter, selten ist eine Länge von $0._{35}$ Millimeter.

Die häufiger vorkommende Form ist die in Fig. 17 dargestellte, kleinere, welche in Ehrenberg's Mikrogeologie unter verschiedenen Grammostomumarten in den verschiedenen kleinen Abweichungen erscheint, wie sie gerade bei dieser Species sich finden. Die grössere Form Fig. 18—20 stimmt mehr mit der Reuss'schen Bol. dilatata.

Bolivina robusta H. B. Brady.

(Taf. VIII. 31. 32.) Brady 421.

Nach Brady ist diese Art bekannt aus Tiefen von 13 bis 3700 Meter von Norwegen, von den Cap Verde-Inseln, vom Cap der guten Hoffnung und einigen anderen Stellen im südlichen Atlantischen, im südlichen und nördlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selten; Westlich Australien St. 87 b — 1187 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 832 M. selt.

Das Gehäuse hat einen blattförmigen Umriss, ist flach, entlang der Centralachse etwas dicker, fällt flach ab gegen den schneidig gekielten Rand. Vorne endet das Gehäuse stumpfwinklig, hinten mit einem Stachel. Die Kammern sind nicht hoch, werden von mässig eingesenkten Scheidewänden getrennt. Entlang den Scheidewänden gewahrt man grubige Einkerbungen nach oben zu, und zwischen den Gruben ragt die Schalensubstanz wie frei sich abhebende Zungen hervor. Die Schalenoberfläche ist porös. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer als Schlitz, welcher vom Giebel zur Centralachse verläuft.

Bolivina acaulis n. sp.

(Taf. VIII. 28—30.)

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Es kann diese Form als eigene Art schwer aufrecht erhalten werden. Blattförmig im Umriss, ist sie in halber Höhe breiter, verengt sich vorne schräg gerundet, endet hinten mit stumpfer Spitze, hat bei $0._{20}$ Millimeter Länge $0._{15}$ Breite, baut sich aus je 8 Kammern zweizeilig auf, rollt die Anfangskammer gewöhnlich etwas seitlich, entwickelt tiefe Einschnitte, welche zwischen den Kammern schräg verlaufen und gegen die Kammerfläche tiefe Gruben einschieben, wie bei Boliv. robusta. Auch ist die Schale entlang der Längsachse des Gehäuses dicker. Die Oberfläche ist dicht mit Poren besetzt. Die Mündung sitzt als Schlitz am Ende der letzten Kammer. Das Gehäuse ist nicht so derb wie bei B. robusta, sonst aber fehlt nur der Stachel. B. reticulata hat die Schalenoberfläche noch vollständiger mit Gruben geziert und entwickelt im unteren Schalentheil Längsrippen.

Bolivina reticulata Hantken.

(Taf. VIII. 33. 34.) Brady 426.

Im Tertiär beginnend, lebt diese Art von 230 bis 3000 Meter Tiefe bei den Neuhebriden, Raineinseln, Candavu, Tahiti, Kerguelen, beim Cap der guten Hoffnung.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das Gehäuse steht der B. acaulis so nahe, dass ein festes Abgränzen beider Arten nur in den extremen Eigenthümlichkeitsentwicklungen möglich wird. Im Umriss unregelmässig rautenförmig beginnt die Schale aus einer wenig deutlichen Anfangszelle, die Kammern reihen sich zweizeilig alternirend auf, vereinigen sich in der erhöhten Mittellinie, welche von vorne nach hinten als stumpfe Kante verläuft, neben welcher gegen das hintere Ende mehrere erhabene Längsleisten von der halben Schalenhöhe aus einhergehen. Die Kammern sind wie Boliv. acaulis und robusta mit Gruben bedeckt, welche von vortretenden Zwischenzapfen unterbrochen werden. Die von Brady gegebene Zeichnung von erhabenen Leistennetzen trifft nur hie und da zu bei den hier gefundenen Exemplaren. Die Schale hat ungefähr $0._{20}$ Millimeter Länge. Der Kiel ist kantig. Die Mündung sitzt als breiter Längsschlitz am Schalenrande.

Bolivina pygmaea H. B. Brady.

(Taf. VIII. 48—50.) Brady 421.

Ist nach Brady bekannt aus Tiefen von 90 bis 310 Meter aus dem Faröer Kanal, von Tristan de Acunba, von den Canarischen Inseln, Prinz Eduard-Insel, auch von Norwegen.

Gazelle: Cap Verdeinseln St. 13 — 69 M. selt.; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Bei $0._{17}$ Millimeter Länge und $0._{085}$ stärkster Breite baut sich das flache Gehäuse aus einer runden Anfangszelle in schräg gestellten Kammern zweireihig alternirend auf. Die Kammerscheidewände schneiden tief ein, die Kammern wölben sich etwas, die letzteren Kammerpaare laufen zackig in den kielgesäumten Rand aus. Das Gehäuse zeigt im durchfallenden Lichte ein derbes Skelet, die Kammern sind gekerbt am Saum der Scheidewände und zeigen Buckel und Gruben ähnlich Boliv. robusta oder reticulata. Vorne endet die Schale sehr schräg. Die Oberfläche ist etwas rauh, wie bei Textularia. Die Mündung sitzt als Schlitz am Ende der letzten Kammer, vom Giebel gegen die Mittellinie des Gehäuses gerichtet.

Bolivina Beyrichi Reuss.

(Taf. VIII. 24—26.) Reuss — Ueber die fossilen Foraminiferen und Entomostraceen aus der Umgegend von Berlin. 1851.

Reuss beschreibt diese Form aus den Schichten von Hermsdorf und Freierswalde. Nach Brady kommt sie in Tiefen von 180 bis 2000 Meter vor bei den Canarischen, den Ki-Inseln, bei Sidney, den Philippinen, bei Japan und Patagonien.

Gazelle: Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das sehr flache Gehäuse hat $0._{20}$—$0._{26}$ Millimeter Höhe, $0._{07}$—$0._{10}$ Breite, endet vorne schräg abgerundet, läuft am hinteren Ende schmal aus. Die Kammern legen sich wenig schräg abfallend übereinander, bilden Zacken am Schalenrande. Die Scheidewände der Kammern senken sich tief ein, erscheinen im durchfallenden Lichte wie ein derbes Skelet. Die Oberfläche der Kammern ist mit Poren besetzt, die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer als Schlitzöffnung. Die charakteristische Einbuchtung zwischen den Kammern und die Zackenbildung am Rande ist besonders an den letzteren Kammern sehr ausgeprägt. Auch fällt an den letzteren Kammern eine ungewöhnliche Höhe auf. Die letzte Kammer legt sich mehr wie eine runde Haube neben der vorletzten Kammer an, nicht so schräg buchtig vortretend, wie diess den meisten Bolivinen eigen ist.

Bolivina (Vulvulina) alata Sequenza.

(Taf. VIII. 27.) Brady 422.

Brady weist dieser Varietät von Boliv. Beyrichi mit dieser fossil und lebend das gleiche Vorkommensgebiet an, erwähnt als besondere bisher bekannte Fundstätten die Aru-, Raine-, Philippinen-Inseln, Candavu, Lissabon und Tiefen von 90 bis zu 1500 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist der Form nach eine Bol. Beyrichi, baut sich aus zwei Reihen von Kammern auf, welche nach vorne mit der Schlusskammer sehr breit bauchig abschliessen, einen sehr scharfen, in eckigen Zacken vorspringenden Kiel bilden. Die Kammern treten anfangs als schmale Querrippen zwischen den Scheidewänden auf der Fläche heraus, die späteren Kammern werden etwas höher und enden gegen den Rand als zackige Vorsprünge. Der Querschnitt des Gehäuses zeigt die Schale sehr flach, in der Mitte wenig dicker als am Rande. Die Mündung sitzt am Scheitel der Schlusskammer. Die Schalenoberfläche ist fein porös. Die Höhe hat $0._{18}$, die grösste Breite $0._{12}$ Millimeter.

Bolivina Hantkeniana H. B. Brady.

(Taf. VIII. 40—42.) Brady 424.

Vorkommen bekannt von Neu-Hebriden, Kandavu, Tahiti, Aruinseln aus Tiefen von 237 bis 1460 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das durchsichtige Gehäuse ist $0._{18}$ Millimeter lang, $0._{11}$ breit, hat einen breitzapfenförmigen Umriss, ist aber flach und sehr dünnschalig. Das Gehäuse beginnt mit einer runden Keimkammer, an welche alternirend, in Grösse rasch zunehmend, je vier bis fünf Kammern sich anreihen. Die Nähte schneiden sehr tief ein, die Kammern treten mit ihrem hinteren Rande kantig vor, bilden am Kiel zackige Besäumung, verlängern sich sogar in einzelne Stacheln. Die Schalenoberfläche ist zart stachelhaarig. Die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer als mit Halsrand gesäumte Oeffnung.



Bolivina glutinata n. sp.

(Taf. VIII. 57—62.)

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. einige; Westl. Australien St. 90 — 359 M. mehrf.

Diese Form ist eine Varietät der Bolivina textularioides und weicht doch in manchen Richtungen zu sehr ab, je nachdem die Schale breit oder schlank ist, um sie mit textularioides zu vereinigen. Die regelmässige Gestalt ist ein fast runder, wenig dicker Zopf von etwa $0._{20}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite. Die Anfangskammern sind selten bestimmt zu erkennen, allmählig wird die alternirende Aufrichtung von zwei Kammerreihen deutlich. Die Schale wächst sehr gleichmässig an, wird mit dem letzten Kammerpaar am breitesten, endet vorne mit einer abgerundeten Schlusskammer. Die Stellung der 8—10 Kammern jeder Seite ist schräg, die Scheidewände schneiden nicht tief ein. Die Kammern treten desshalb auf dem gerundeten Rücken der Schale nicht stark hervor. Die Schalensubstanz ist feiner Cementfilz, die Oberfläche ist in der Regel matt geglättet. Diese Eigenschaften sind aber nicht beständig und breitere Formen sind um so schwieriger von Bol. textularoides zu trennen, als auch hie und da bei B. glutinata Poren wie bei Bol. textularoides vorkommen. Einzelne Gehäuse sind ganz dicht porös, auch treten die Porenränder als Knötchen über die Oberfläche hervor. Eigenthümlich ist hie und da das Vorhandensein von Dornenstacheln um die ersteren, an die Anfangskammer sich anschliessenden Kammern herum wie bei Uviger. angulosa spinigera Brady. Auch ist zuweilen das hintere Ende der Schale wie bei Spiroplecta seitlich eingezogen. Die Mündung ist stets undeutlich und ist bald mehr als central an dem Ende der Schlusskammer gelegene rundliche Oeffnung, bald als von dem Ende der Schlusskammer gegen die vorhergehende Kammer gerichteter Schlitz zu erkennen.

Bolivina textularioides Reuss.

(Taf. VIII. 13—16. 110—112.) Brady 419.

Brady erwähnt des fossilen Vorkommens dieser Art aus verschiedenen Kreide- und Tertiärlagern, lebend führt er sie an bis zu Tiefen von 3700 Metern von Irland, Fidschi, Honolulu, im Stillen Ocean in der Mitte zwischen Australien und Südamerika.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. einige; Westafrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. einige; Neuamsterdam St. 59 a und b — 1485 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. einige; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 86 a, 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 Meter einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. selt., St. 101 a — 55 M. einige; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. einige, St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. selten.

Diese zwischen Bolivina punctata und dilatata in Mitte stehende Art hat ungefähr $0._{16}$ Millimeter Höhe, $0._{07}$ Breite, ist flach, am Rande gerundet, hinten spitz eiförmig, vorne mehr oder weniger abgeschrägt. Der Querschnitt ist ein verlängertes Oval. Die 8 Kammern beider Reihen sind auf beiden Seiten gleich sichtbar, haben deutliche, aber nicht tiefe Scheidelinien, welche weniger steilschräg verlaufen als bei Boliv. punctata. Die Kammern sind verhältnissmässig etwas bauchig gewölbt, tragen Poren von mittleren Dimensionen in nicht zu gedrängter Nähe. Die Mündung sitzt als Schlitz am Ende der Schlusskammer.

Der ächte Textularienbau tritt auf in gedrungenen Gehäusen wie in Fig. 110—112, welche fast horizontale Scheidelinien und im Verhältniss zur Länge mehr Breite haben, vorne schräg enden, aber die Mündung, als Bolivina, nicht quer zur Gehäuseachse, sondern zu derselben convergirend zeigen.

Bolivina punctata d'Orbigny.

(Taf. VIII. 1—3.) Brady 417.

Diese Art stimmt vollständig mit B. antiqua d'Orbigny aus den Wiener Tertiärschichten, Brady hält aber vorstehende Bezeichnung als die ältere aufrecht. Boliv. punctata ist sehr verbreitet im Tertiär, findet sich lebend in Tiefen von 3 bis 5050 Meter, und ist bekannt aus dem nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean, aus dem Indischen, Mittelländischen und Rothen Meere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. einige; Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. mehrf.; Amboina St. 101 a — 55 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige.

Das Gehäuse ist lang, schmal, flach, am Rücken gerundet, aus zahlreichen alternirend gestellten Kammern gebildet, welche sehr gleichmässig und langsam im Wachsthum zunehmen. Bei $0{\cdot}_{20}$ Millimeter Schalenlänge ist die Breite etwa $0{\cdot}_{08}$ Millimeter. Die Kammern sind nicht hoch, stehen bald mehr, bald minder schräg, ragen am Rande wenig, häufig gar nicht vor. Die Mündung sitzt als Schlitz gegen die Centralachse gerichtet am Ende der etwas vorragenden letzten Kammer. Die Schale trägt deutlich gerundete, ziemlich dicht stehende Poren.

Bolivina substriata n. sp.

(Taf. VIII. 4—6.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige.

Diese Varietät von Bolivina punctata hat ihre Eigenthümlichkeit in einer leicht gebogenen, gärtenförmigen Längsachse, in scharf gerundeten, weniger dicht gestellten Poren, welche beinahe in Reihen geordnet erscheinen und durch leicht vorragende Umwallung über die Schalenoberfläche heraustretend, namentlich bei seitlichem Anblick, der Längsachse parallel laufende Streifen bilden. Der Rücken ist gerundet, wodurch die Zugehörigkeit zu Bolivina punctata und der Unterschied von Bol. nobilis gekennzeichnet wird. Das Gehäuse hat eine Länge von ungefähr $0{\cdot}_{20}$ Millimeter.

Bolivina tortuosa H. B. Brady.

(Taf. VIII. 43. 44.) Brady 420.

Brady führt diese Art an aus Tiefen bis zu 800 Meter von den Cap Verden-, Fidschi-Inseln, Acension, Cap der guten Hoffnung, Ceylon, Mauritius.

Gazelle: Westl. Küste von Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige.

Bolivina tortuosa ist eine flache, breite Form, hat keinen scharfen Kiel, keine Mittelkante, der Rand ist aber schmal. Das Eigenthümliche der Art ist die Verbiegung und Verdrehung der Längsachse des Gehäuses. Die Kammern legen sich in zwei Reihen übereinander und stossen mit den Scheidewänden in der Schalenmitte zusammen. In dieser Mittellinie läuft die Längsachse des Gehäuses, welches in der hinteren Hälfte schmal, in der vorderen sich mehr ausbreitet, gegen das Ende sich mehr oder weniger, in der letzten Kammer zu einer Haube verengt. Wäre die Flächenausbreitung eine ebene, würde der Umriss einer Raute gleichen. Die Schale ist aber in der Centralachse verdreht und verbogen. Vorne liegt die blattförmige Ausbreitung, hinten stellt sich um halbe Achse gedreht der Schalenrand in die Höhe.

Die Kammern sind breit, nicht hoch, mit Poren bedeckt, zuweilen sogar mit Bläschen. Die letzte Kammer ragt in der Regel ziemlich weit vor am Schalenrande, die Oeffnung sitzt da gegen die Centralachse gerichtet, ist aber häufig nicht deutlich sichtbar. Die Höhe der Schale hat ungefähr $0{\cdot}_{25}$ bis $0{\cdot}_{30}$ Millimeter bei $0{\cdot}_{12}$ bis $0{\cdot}_{15}$ Breite.

Bolivina nobilis Hantken.

(Taf. VIII. 35—37.) Brady 424.

Hantken beschreibt diese Form aus dem Ungarischen Tertiär; Brady gibt sie lebend an aus Tiefen von 20 bis 800 Meter vom südlichen Theil des Stillen Oceans.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101 a — 55 M. selt.

Bei $0._{21}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite ist das Gehäuse bald mehr, bald weniger abgeflacht, verengt sich am Rande zu einem Kiel. Die Schale baut sich, langsam nach vorne sich verbreiternd, mit alternirenden Kammern auf. Die letzte Kammer schliesst das Gehäuse vorne mit einer Haube ab, an deren zur Schalenachse gewendeter Fläche sich die längliche Mündung befindet. Die Kammern sind verhältnissmässig hoch, die Scheidewände schneiden tief ein. Die Oberfläche der Kammern hat dicht stehende Poren. Der Längsachse entlang laufen über die Schale zierliche Leisten, welche auf den letzteren Kammern fehlen oder schwächer ausgebildet sind. Zuweilen sind die Schalen seitlich verbogen.

Bolivina Karreriana Brady.

(Taf. VIII. 38. 39.) Brady 424.

Lebt nach Brady in Tiefen von 630 bis 1240 Meter bei Japan, Tahiti, Pernambuco, im südlichen Theil des Stillen Oceans.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt.

Bei $0._{30}$ Millimeter Länge und $0._{12}$ Breite hat die Schale fischförmige Gestalt, verschmälert sich vorne zu einer stumpfen Spitze, läuft hinten in einen kurzen Stachel aus. Die Kammern alterniren in ziemlich schräger Stellung, die letzteren haben tief einschneidende Scheidewände. Der Rand ist, obwohl das Gehäuse flache Seiten hat, gerundet. Die Längsachse des Gehäuses biegt sich zuweilen. Die Mündung steht weit offen am Ende der letzten Kammer. Die Oberfläche des Gehäuses trägt der Längsachse entlang laufende, nicht vollständig parallele Längsfurchen, zwischen welchen schmalere Furchen eingegraben sind.

Diese Form zeichnet sich von den übrigen Bolivinen aus durch die kräftigen Längsleisten, den bauchigen Bau der Kammern und die nach vorne sich weit öffnende, mit kurzem Kragensaum abschliessende Mündung.

Bolivina amygdalaeformis H. B. Brady.

(Taf. VIII. 45.) Brady 426.

In Tiefen von 30 bis 1950 Meter bei den Philippinen, Admiralsinseln, bei Papua, in der Torresstrasse gedretscht von der Challengerexpedition.

Gazelle: Fidschi-Inseln St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse ist $0._{24}$ Millimeter lang, $0._{09}$ breit, etwas flach auf beiden Seiten, am Kiel oval gerundet, ist vorne einseitig abgerundet, hinten etwas schief ausgezogen in eine stumpfe Spitze. Der Kammeraufbau ist alternirend, die Nähte der Kammern schneiden bestimmt ein, fallen schuppenförmig aufeinandergelagert ab, die Oeffnung steht am Ende der letzten Kammer. Das Eigenthümliche dieser Art ist eine Längsrippung mit erhabenen Leisten, welche die ersteren zwei Drittheile des Gehäuses einnehmen, während die letzten Kammern dicht porös, aber nicht gerippt erscheinen.

Bolivina porrecta H. B. Brady.

(Taf. VIII. 7—9. 46. 47.) Brady 418.

Nach Brady wurde diese Art nur angetroffen in Tiefen von 70 bis 800 Meter in Westindien, bei Tahiti, bei Papua.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten, St. 67 — 347 M. selten; Galewostrasse St. 104 a — 3 Meter selten.

Bei $0{,}35$ Millimeter Länge und $0{,}11$ Breite baut sich das Gehäuse aus sehr kräftigen Kammern auf, deren Eingreifen in die Zwischenräume der alternirend entgegenstehenden Kammern beträchtlich die Mittellinie, die Achse, des Gehäuses überschreitet, wobei die scheinbare Skelettlinie eine ausgesprochene Zickzacklinie beschreibt. Der Rand der Schale ist gerundet, der Querschnitt ein Oval. Die Schlusskammer endet vorne gerundet, trägt die Mündung auf der nach der Schalenachse gerichteten inneren Fläche. Die Oberfläche der Schale ist fein porös, anscheinend glatt.

Bolivina limbata Brady.

(Taf. VIII. 11—13.) Brady 419.

Kommt nach Brady von 12 bis 380 Meter Tiefe vor bei Hongkong, Japan, Fidschi-, Sandwichs-, Cap Verden-Inseln, Australien, Ascension, Papua, Madagaskar.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat bei $0{,}55$ Länge $0{,}15$ Millimeter grösste Breite, baut sich aus stumpfkugeliger Anfangszelle mit bauchigen Kammern, welche durch tiefe Einschnitte getrennt sind, regelmässig alternirend auf, entwickelt ziemlich hohe Kammern, deren letzte kapellenartig vorne endet, vom Giebel aus eine deutliche, gesäumte, schwach gebogene Schlitzöffnung gegen die Centralachse des Gehäuses abgibt. Der Querschnitt der letzteren Kammern zeigt eine ausgeprägte seitliche Zusammendrückung mit ausgebildetem Kielrande. In dem unteren Theile des Gehäuses zeigt der Rand des Querschnitts ein Oval. Die Schalenoberfläche ist mit Wallporen besetzt, welche mehr oder weniger dicht stehen.

Bolivina lobata H. B. Brady.

(Taf. VIII. 55. 56.) Brady 425.

Die bisher bekannten Fundorte sind nach Brady Papua, Torresstrasse, Admirals-Inseln mit 28 bis 260 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse findet sich nicht immer in deutlicher Ausbildung, die gut entwickelten Exemplare sind aber sehr formenreich ausgestaltet. Die Umrisslinien geben einen dünnen, verlängerten Zapfen im Verhältniss von $0{,}20$ Millimeter Höhe zu $0{,}08$ grösster Breite. Diese ist vorne bei den letzten Kammern. Von der Anfangskammer aus ist das Gehäuse eng, erweitert sich mit fortschreitendem Kammeraufbau sehr gleichmässig schlank. Die Kammern zeichnen sich aus durch eine halbglockenförmige Gestalt. Sie beginnen als Halbkugeln an der Centralachse, wölben sich mit der vorderen Fläche bis zum Rande, bleiben als Randsaum frei und ragen als Kanten oder Knötchen am Schalenumriss vor, je nachdem die Skulptur der oberen Glockenfläche ausgebildet ist. Die Einbuchtung zwischen den übereinanderstehenden Kammern ist tief ausgehöhlt. Die Anfangskammer und die ersteren Kammern sind nicht so deutlich abgegränzt, die späteren Kammern zeigen die eben geschilderten Eigenthümlichkeiten mehr und mehr. Betrachtet man ein gut ausgebildetes Exemplar, auf einer Nadel im Sehfeld drehbar eingestellt, so

treten am Rande wie bei Uvigerina porrecta die krausenförmigen Kerbungen des Kammerrandes deutlich hervor.

Brady's Abbildungen scheinen nach noch derberen Exemplaren gegeben zu sein.

Bolivina campanulata nov. spec.

(Taf. VIII. 53. 54.)

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. selten; Mauritius St. 66 — 411 M. selten; westlich Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat ungefähr $0._{17}$ Millimeter Höhe, $0._{07}$ Breite, baut sich zopfförmig in zwei Kammerreihen aus engem oder stachelspitzem Anfang auf, die Kammern alterniren, stehen halbglockenförmig übereinander. Beginnend wie Glocken, ragen die Kammern frei am Rande vor wie Schuppen. Auf der vorderen Kammerfläche erheben sich in Längsreihen gestellte Wallporen, welche wenig erhabene Leisten bilden. Der Schalenrand ist gerundet, durch die Schuppenränder von jeder Kammer unterbrochen. Die Schlusskammer ragt haubenförmig vor am vorderen Ende und umschliesst die zur Centralachse des Gehäuses verlaufende Mündung.

Bolivina campanulata ist eine zartere Varietät, vielleicht die Jugendform von Boliv. lobata.

Bolivina ambulacrata Moebius.

(Taf. VIII. 51. 52.) Moebius — Foraminiferen von Mauritius.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.

Moebius bildet auf Tafel IX der „Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius" eine Bolivina ab, welche er unter vorstehender Bezeichnung als trochoide, durchsichtige Schale beschreibt, deren Durchmesser $0._{175}$ Millimeter hat, deren Kammern auf der kugelförmigen Keimkammer je vier abwechselnd sich aufreihen, deren Porenkanäle nur an der äussersten Umfangslinie der stark gebogenen Kammern auftreten.

Diese Beschreibung stimmt mit den hier gefundenen Exemplaren im Grossen überein, nur ist hier der Querschnitt oval. Es weichen die Gehäuse in ihrer Beständigkeit des Umrisses etwas ab, indem die Gegenüberstellung der Kammern das Vorderende nicht so breit auseinander legt, oder indem die letzten 2 Kammern sich sehr breit zeigen, die vorhergehenden sich enger aneinander schliessen. Auch findet sich die Porenbesetzung nicht immer bloss am äusseren bauchigen Kammerumfang. Die Grösse hält sich ziemlich auf $0._{12}$ Millimeter Höhe und $0._{085}$ Breite.

Bigenerina d'Orbigny.

Textularien mit eingerolltem Anfang, treten, in geradegestreckter Reihe alternirend, endlich in einzeilige Reihenfolge über. Von den wenigen gefundenen Exemplaren trägt keines so ausgeprägte Ausbildung, dass die einreihige Entwicklung unverkennbar erreicht wäre. Als Jugendformen aus der Gruppe der Textularinen werden sie hier eingeschaltet.

Bigenerina capreolus d'Orbigny.

(Taf. VII. 19—21.) Brady 372.

Brady führt diese Art an fossil aus dem Eocän, lebend aus Tiefen von 600 bis 1200 Meter von den Azoren, Canarischen Inseln, aus Fundstätten vom 50° nördl. Breite bis Pernambuco im Atlantischen Ocean.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Die Gehäuse sind aus alternirenden Kammern gebildet, welche nicht hoch aber kräftig gestaltet, schräg abfallend übereinanderliegen, vorne rasch anwachsen in der Breite, weniger in der Dicke, bis zur einreihigen Kammerfolge noch nicht gediehen sind. Die Schalensubstanz ist dichter feiner Cementfilz.

Bigenerina pennatula Batsch.

(Taf. VII. 24—26.) Brady 373.

Kommt nach Brady stets dort vor wo sich B. capreolus findet.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist wenig über $0._{10}$ Millimeter lang, fast ebenso breit, beginnt mit eingerollter Kammerstellung, legt darüber in weiterer Kammerfolge alternirend mit ziemlich horizontaler Abscheidung die einzelnen Kammern. Der Kiel ist schneidig, die Kammerfolge in einreihiger Fortsetzung wurde nicht beobachtet.

Cassidulina d'Orbigny.

Cassidulina baut sich mit einer zweizeiligen Kammerstellung in einer meist continuirlichen Spira auf. Die Gehäuse zeigen auf einer Fläche stets nicht bloss die Kammern dieser einen Fläche, sondern es ragen auch die alternirenden Kammern der anderen Seite, wo sie zwischen den Kammern eingreifen, in die vor Augen liegende Fläche herüber. Die Mündung steht seitlich zur Spiralachse.

Cassidulina laevigata d'Orbigny.

(Taf. VII. 47. 48. 54—56.) d'Orbigny, Tableau méthodique des céphalopodes. 1826.

Brady führt diese Art als fossil an aus dem Tertiär verschiedener Länder. Lebend hat sie weite Verbreitung, ist besonders häufig in der arktischen See, findet sich in Tiefen von 100 bis 3000 Meter im nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und des Stillen Oceans, in der Südsee, im antarktischen, im Mittelländischen, im Rothen Meer.

Gazelle: Cap Verdeinseln St. 13 — 69 M. mehrf.; West-Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Capstadt St. 37 — 91 M. häufig; Neuamsterdam St. 59 b — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. mehrf.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. einige.

Diese Cassidulina zeichnet sich aus durch regelmässige Linsenform, hat mässige Wölbung auf beiden Flächen, einen scharfen Kiel, ist scheibenrund im Umriss. Die Kammern treten manchmal am Rande sanft wellenförmig vor. Die ersteren Windungen sind gewöhnlich schwer zu erkennen, die Kammern der Schlusswindung sind aber stets deutlich durch gebogene Scheidelinien getrennt. Die Stellung der Kammern ist eine gegen den Kielraum unterbrochen alternirende, indem Kammertheile der entgegengesetzten Seite vom Kiel her sich zwischen die Kammern einschieben. Die Oberfläche ist glatt bis dicht porös. Die Mündung sitzt seitlich von dem Kiel am Schluss der letzten Kammer. Der Kielrand ist zuweilen unregelmässig zackig.

Cassidulina crassa d'Orbigny.

(Taf. VII. 35. 36.) d'Orbigny — Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Nach Brady erscheint diese Art fossil im Tertiär, lebt in Tiefen bis zu 5000 Meter in einer Verbreitung von Pol zu Pol im Atlantischen wie im Stillen Ocean, auch im Mittelländischen Meere ist sie constatirt.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. einige, St. 13 — 69 M. einige; Westafrika St. 27 — 677 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. mehrf.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. selt., St. 53 — 360 M. einige, St. 55 a — 104 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59 a, 59 b — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. mehrf.; Timor St. 96 — 2987 M. einige; Neuguinea St. 103 — 832 M. einige; Neuseeland St. 118 — 2769 M. mehrfach.

Das Gehäuse ist in der Regel ziemlich klein, geht wenig über $0._{10}$ Millimeter Durchmesser, hat breit ovalen, bis rundlichen Umriss. Die Randansicht gibt ein Oval, welches sich nach vorne etwas verengt. Beide Flächen sind gewölbt, die obere etwas mehr. Die Kammern legen sich, mit scharfen Scheidelinien abgegränzt, aneinander, die Scheidelinien senken sich aber nicht breit ein. Der Randumriss bildet, wo die letzte Kammer endet, eine schwache Einbuchtung. An der Endfläche der Schlusskammer sitzt, fast parallel dem Rande, die Mündung als länglicher Schlitz. Wenn die Gestalt des Gehäuses sich mehr rundet, stellt sich die Mündung fast rechtwinklig gegen den Rand der vorausgehenden Windung. Die eigenthümliche Halbdrehung der Aufrollungsachse bringt es mit sich, dass die Kammern der einen Seite zum Theil auf die andere Seite mit ihren Ecken übergreifen. Die Oberfläche der Schale ist dicht mit Poren besetzt.

Cassidulina oblonga Reuss.

(Taf. VII. 33. 34.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens.

Brady vereinigt diese Art mit Cassidul. crassa.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. einige; Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige; Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 92 — 5523 M. selt.

Diese Form ist charakterisirt durch ihre Bohnengestalt. In der Seitenansicht tritt auf einer Seite der Umriss gerundet hervor, auf der entgegengesetzten sinkt er etwas ein. Nach vorne ist die Schale breit gerundet mit einer Neigung nach der convexen Umrissseite. Hinten spitzt sich die Schale mit breiter Rundung zu. In der Kielansicht bietet die Schale geringeren Durchmesser als in der Flächenansicht, und ist die vordere Hälfte der Schale bedeutend breiter als die untere. Die Oberfläche der Schale ist glatt wie Porzellan, bei starker Vergrösserung aber erscheint sie fein porös. Die Kammern legen sich, in spiraler Abwechslung zackig mit den Scheidewänden in einander greifend, aneinander, die Scheidewände schneiden dabei bestimmt ein. Die Mündung klafft in der Richtung der Längsachse als langer, oben weiterer Schlitz am Ende der letzten Kammer. Die Länge der Schale erreicht ungefähr $0._{20}$ Millimeter bei $0._{16}$ Breite.

Brady hält Cassidulina oblonga für identisch mit C. crassa d'Orb. und man kann bei manchen Exemplaren in Verlegenheit kommen, zu unterscheiden, ob man die eine oder die andere Art vor sich habe. Die gut ausgebildeten Exemplare von C. oblonga sind länger, in der Kielansicht mehr ungleich, überhaupt meistentheils grösser als C. crassa, welche rundlicher in der Form, gleichmässiger im Dickendurchschnitt, und auf der Schalenfläche nur gewöhnlich mit kräftigeren, deutlicheren Poren besetzt ist.

Cassidulina subglobosa H. B. Brady.

(Taf. VII. 41. 42. 52. 53.) Brady 430.

Kommt bis zu 6200 Meter Tiefe vor im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans und in der Südsee.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 53 — 366 M. mehrf., St. 54 — 183 M. selt., St. 55 — 640 M. einige, St. 55a — 104 M. mehrf.; westl. Australien St. 86a — 1188 M. selt., St. 87 — 915 M. einige; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt.; östl. der Spitze von Südamerika St. 148 — 110 M. mehrf.

Das Gehäuse ist fast kugelförmig, etwas länger als breit, erreicht $0._{30}$ Millimeter Länge, verengt sich in der Schlusskammer mehr oder weniger haubenförmig. Die Kammern sind flach gewölbt, werden durch wenig einschneidende Einsenkungen getrennt, lassen auf der oberen Fläche mehr die gewölbten, auf der Nabelfläche die etwas eingesunkenen Kammern der Schlusswindung, in gegenüberstehender Folge sich an einander legend, erkennen. Die Schlusskammer flacht sich etwas nach vorne, wo die schlitzförmige Mündung liegt, ab. Die Oberfläche ist fein porös. Jüngere Exemplare erscheinen (Fig. 52. 53) als zierliche Kugeln, welche aus wenigen Kammern gebildet sind.

Cassidulina Bradyi Normann.

(Taf. VII. 38—40). Brady 431.

Nach Brady ist das Vorkommen bekannt von Irland, den Philippinen, von Japan aus Tiefen von 170 bis 3200 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar hat die Form des oberen Theiles von einem Bischofsstabe, rollt sich vollkommen scheibenartig ein, erhebt sich mit der Schlusskammer frei abstehend. Die letzte Kammer ist ein kurzer Cylinder, welcher die Mündung umschliesst, wie ein Stück Nodosaria aufsitzt auf der Scheibe. Diese selbst ist flach eingedrückt auf beiden Seiten, hat am Rücken schmale Wölbung, wird von Kammern gebildet, welche durch mässige Einschnitte getrennt, fast gleich gross sind, vom Rande her sich einschiebende übergreifende Kammern der entgegengesetzten Seite erkennen lassen. Die Schale ist matt, hat $0._{11}$ Millimeter im Scheibendurchmesser, $0._{15}$ misst die ganze Schale.

Cassidulina Parkeriana Brady.

(Taf. VII. 37.) Brady 432.

Wurde nach Brady westlich von der Patagonischen Küste in Tiefen von 140 bis 340 Meter angetroffen.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Oestl. Südamerika St. 148 — 110 M. selt.

Das unansehnliche Gehäuse hat $0._{14}$ Millimeter Länge und $0._{06}$ Breite, ist ein an beiden Enden abgerundeter Zapfen, ist auch im Querschnitt rund. Die Kammern bauen sich in Reihen auf, deren Gegenüberstellung in den Nähten der Scheidewände ungleich abgetheilt erscheint, je nachdem man das wurstförmige Gehäuse von der einen oder anderen Seite betrachtet, weil abwechselnd bald die eine bald die andere Seite stärker übergreift. In den Anfangskammern des hinteren Theils der Schale rollt sich die Achse etwas ein, die letzte Kammer trägt an der der Achse zugekehrten Fläche die längliche Mündung. Die Schalenoberfläche ist fein porös.

Chilostomella Reuss.

Walzenförmige Gehäuse, welche sich mit Freilassung eines Theiles der vorhergehenden Kammer nach der Längsachse umfassen, den Saum der Schlusskammer als Oeffnung erweiternd.

Chilostomella ovoidea Reuss.

(Taf. IX. 1. 2.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österr. Tertiärbeckens. 1850.

Aus dem Tertiär von Reuss beschrieben, wurde diese Art nach Brady lebend angetroffen in Tiefen von 20 bis 5700 Meter bei Norwegen, Irland, im nördlichen, selten im südlichen Atlantischen, im nördlichen und südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Timor St. 96 — 2981 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. einige.

Die im Umriss eiförmige Schale ist im Querschnitt rund, hat bei $0._{22}$ Millimeter Länge $0._{10}$ Breite, rundet sich am vorderen und hinteren Ende eiförmig, zeichnet sich aus durch die Art der Kammerumfassung. Letztere vollzieht sich in allen Altern in der Weise, dass die letzte Kammer die vorletzte bis auf einen Theil umhüllt, so dass das Gehäuse nur aus zwei Kammern gebildet erscheint, einer grösseren und einer bedeutend kleineren, welche bis auf einen Rest des Endes in der vorausgehenden steckt. Es bildet sich auch keine Mündung, sondern der Saum, mit welchem die vorletzte Kammer von der letzten umfasst wird, bleibt als quer zur Schalenlängsachse verlaufender Schlitz klaffend. Die Oberfläche trägt sehr vereinzelt stehende, mittelgrosse Poren.

Allomorphina Reuss.

Gehäuse, aus wenigen Windungen aufgebaut, deren Kammern sich zu drei in einer Windung in der Art gruppiren, dass der Schlusskammer zwei vorausgehende Kammern gegenüberstehen. Die Mündung ist eine weiter geöffnete Saumspalte.

Allomorphina trigona Reuss.

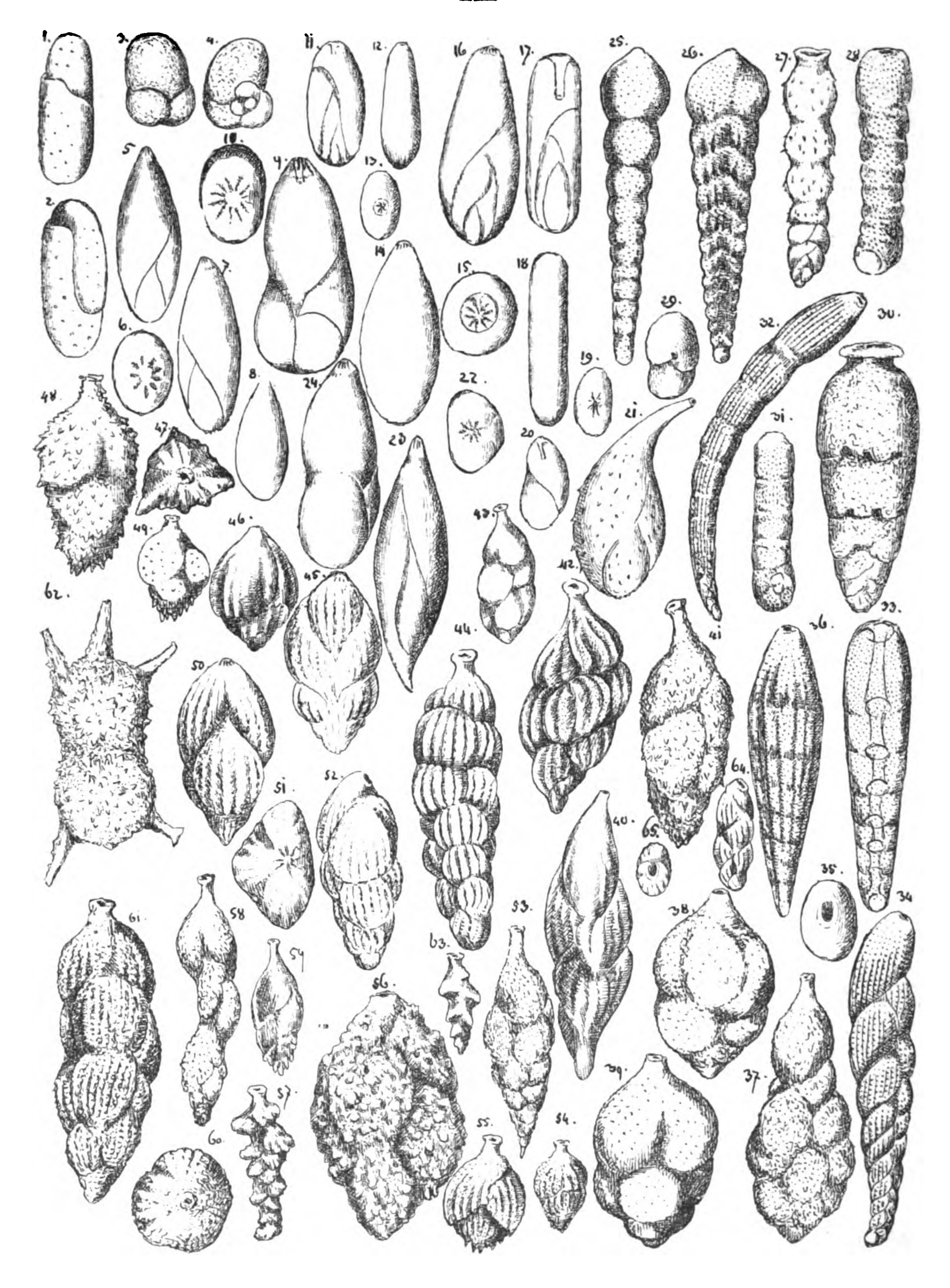
(Taf. IX. 3. 4.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österr. Tertiärbeckens.

Reuss beschreibt diese Art aus den Tertiärschichten bei Wien und Williczka, lebend findet sie sich in Tiefen von 620 bis 1120 Meter südlich von Japan und bei den Gesellschaftsinseln.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das dünnschalige, aus zartem Cementfilz gebildete Gehäuse hat einen dreieckigen Umriss mit abgerundeten Ecken. Die Schale hat $0._{11}$ Millimeter Höhe, $0._{10}$ Breite, ist auf beiden Seiten ziemlich abgeflacht, hat im Randprofil die Gestalt eines verlängerten Ovales. Im durchfallenden Lichte sind sämmtliche Kammern des Gehäuses sichtbar. Der letzte Umgang ist aus drei Kammern gebildet, welche radial zu einander stehen mit ihren Hauptachsen. Die Grösse der Kammern nimmt rasch zu, und es erreicht der Umfang der letzten Kammer beinahe den Umfang der zwei vorausgehenden Kammern zusammen. Die Scheidelinien der Kammern sind bestimmt gezeichnet, schneiden aber nicht tief ein. Als Mündung erscheint eine etwas weiter abstehende Kluft am Saume der Schlusskammer.

IX



Tafel IX.

Fig. 1 Chilostomella ovoidea von der Seite,
„ 2 „ „ „ „ „
„ 3 Allomorphina trigona von der Seite,
„ 4 „ „ „ „ „
„ 5 Polymorphina angusta von der Seite,
„ 6 „ „ „ oben,
„ 7 „ „ „ der Seite,
„ 8 „ lactea „ „ „
„ 9 „ oblonga „ „ „
„ 10 „ „ „ oben,
„ 11 „ compressa von d. Seite,
„ 12 „ „ vom Rande,
„ 13 „ „ von oben,
„ 14 „ lactea von der Seite,
„ 15 „ „ „ oben,
„ 16 „ elegantissima,
„ 17 „ formosa von der Seite,
„ 18 „ „ vom Rande,
„ 19 „ „ von oben,
„ 20 „ sororia,
„ 21 „ longicollis,
„ 22 „ Sequenzana von oben,
„ 23 „ „ „ d. Seite,
„ 24 „ oblonga von vorne,
„ 25 Siphonogenerina bifrons vom Rande,
„ 26 „ „ von d. Seite,
„ 27 „ virgula,
„ 28 „ columellaris,
„ 29 „ bifrons von oben,
„ 30 „ dimorpha,
„ 31 „ columellaris,
„ 32 „ striata,
„ 33 „ columellaris,

Fig. 34 Siphonogenerina striata von der Seite,
„ 35 „ „ „ oben,
„ 36 „ raphanus,
„ 37 Uvigerina ampullacea,
„ 38 „ crassa,
„ 39 „ „
„ 40 „ angulosa,
„ 41 „ asperula,
„ 42 „ pygmaea,
„ 43 „ canariensis,
„ 44 „ tenuistriata,
„ 45 Polymorphina regina von der Seite,
„ 46 Uvigerina angulosa „ „ „
„ 47 „ „ „ oben,
„ 48 „ aculeata,
„ 49 „ „
„ 50 Polymorphina regina von der Seite,
„ 51 „ „ „ oben,
„ 52 Uvigerina tennistriata,
„ 53 „ proboscidea,
„ 54 „ globulosa,
„ 55 „ „
„ 56 „ tuberosa,
„ 57 „ porrecta,
„ 58 „ interrupta,
„ 59 „ spinipes,
„ 60 „ Brunnensis von oben,
„ 61 „ „ „ der Seite,
„ 62 Ramulina globulifera,
„ 63 Uvigerina porrecta,
„ 64 Siphonogenerina striata seitlich,
„ 65 „ „ von oben.

Polymorphina d'Orbigny.

Brady vereinigt die von verschiedenen Autoren getrennt gehaltenen Formen: Polymorphina, Guttulina, Globulina, Pyrulina wegen der Unbeständigkeit der diesen Gruppen zuerkannten Unterscheidungsmerkmale als Polymorphina, verweist zu Pyrulina und Globulina die Gehäuse mit zarten, nicht einschneidenden Scheidelinien, zu Guttulina die tiefer eingeschnittenen Gehäuse, während die mehr zweireihig sich aufbauenden Formen als Polymorphina in engerem Sinne aufgefasst werden.

Die von der Gazelle gewonnenen Proben enthalten verhältnissmässig wenige Polymorphinen, von keiner Art viele Exemplare, und werden desshalb einfach als Polymorphinen hier aufgeführt.

Polymorphina lactea Walker und Jones.

(Tab. IX. 8. 14. 15.) Brady 579.

Unter dieser Bezeichnung verschiedene Arten zusammenfassend erwähnt Brady das fossile Vorkommen der P. lactea schon von dem Kimmeridge Thon und oberen Portlandkalk an und lebend nennt Brady sie heimisch in seichterem Meere, aber vorkommend in allen Meeren bis zu 4300 Meter.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das verlängert tropfenförmige Gehäuse ist $0{.}_{26}$ Millimeter hoch, $0{.}_{13}$ breit. eine milchig glänzende Schale, deren Kammerscheidewände nur matt durchscheinen. Das verlängerte Oval des Umrisses schliesst hinten rund oder schräg winklig ab, verengt sich nach vorne zu einer zitzenförmigen Spitze mit Strahlenkranz. Die Form des Querschnittes ist ein Oval. Der Unterschied von Polym. angusta ist unbedeutend.

Polymorphina sororia Reuss.

(Taf. IX. 20.) Brady 562.

Diese von Brady zu Polym. lactea als Varietät vereinigte Art hat sich bisher gefunden in Tiefen von 270 bis zu 2800 Meter bei Irland, beim Cap der guten Hoffnung, bei den Kerguelen.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.

Das zierliche, durchsichtige Gehäuse hat nur $0{.}_{15}$ Millim. Höhe, ist aus zwei bauchigen Kammern gebaut, welche sich mit schräg verlaufender, nur zart einschneidender Scheidelinie abgränzen. Die ganze Schale hat verlängerte Tropfengestalt, die letzte Kammer endet vorne mit stumpfer Zuspitzung, trägt einen nach innen gekehrten Mündungstubus.

Polymorphina (Globulina) angusta Egger.

(Taf. IX. 5—7.) Egger — die Foraminiferen der Miocänschichten von Ortenburg. 1857.

Diese Art beginnt im Tertiär und lebt nach Brady in Tiefen bis zu 4000 Meter im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.

Das schlanke Gehäuse hat bei $0{.}_{30}$ Millimeter Höhe $0{.}_{13}$ Breite, ist im Querschnitt mehr oval als rund. Der Umriss zeigt ein vorderes spitz eirundes seitlich gewendetes Ende, in welchem die Mündung als Strahlenkranz zu erkennen ist. Die Schale hat überhaupt verlängerte Eiform, hinten endet sie gerundet, zeigt da zuweilen am Rande vorspringende kleine Dorne. Die Kammerscheidewände sind zart, schneiden nicht tief ein. Von beiden Seiten sind nur 3 Kammern sichtbar. Die Schalenoberfläche ist glatt.

Polymorphina elegantissima Parker und Jones.

(Taf. IX. 16.) Brady 566.

Brady hält die im Tertiär entdeckten Arten Polym. problema var. deltoidea und P. anceps für identisch mit P. elegantissima. Letztere ist bekannt aus Tiefen von 12 bis 1000 Meter von den Küsten des Stillen Oceans, von Australien, von den Ki-Inseln.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das Gehäuse hat $0{.}_{50}$ Millimeter Länge, $0{.}_{19}$ Breite, ist verlängert eiförmig im Umriss, vorne verengt, hinten abgerundet, im Querschnitt stumpf dreieckig, läuft in eine Strahlenöffnung aus. Die Kammern sind in aufrechter Stellung nebeneinander gelagert, haben nur schwach eingesenkte Scheidewände. Die Mittelkammer tritt auf einer Seite mit stumpfkantiger Wölbung etwas mehr heraus, dadurch bildet sich der dreieckige Querschnitt.



Polymorphina Sequenzana Brady.

(Taf. IX. 22. 23.) Brady 567.

Diese seltene Form wurde nach Brady nur gefunden in 240 Meter Tiefe bei den Ki-, Inseln südwestlich von Neuguinea, und 4—18 Meter tief bei Port Jakson nordwestlich von Wales.

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 b — 1485 M. selt.

Bei $0._{48}$ Millimeter Länge und $0._{16}$ Breite zeichnet sich die zierliche, gläsern durchscheinende Schale aus durch eine spitze Verengung nach vorne, eine noch schärfere, leicht gebogene Endspitze nach rückwärts. Der Querschnitt ist oben rund, in der mittleren Schalenhöhe fast dreieckig. Die vordere Endigung setzt eine hyaline Zitze an, in welcher die Oeffnung steckt. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Das Eigenthümliche der Form besteht darin, dass das Gehäuse vorne mehr gerundet ist im Querschnitt, während die hintere Schalenhälfte den Querschnitt mehr dreieckig zeigt.

Polymorphina compressa n. sp.

(Taf. IX. 11—13.)

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.

Das Gehäuse ist ein verlängertes Oval im Umriss, hat $0._{25}$ Millimeter Länge, $0._{12}$ Breite, ist vorne fast abgestutzt eben, hinten eiförmig gerundet, ist ziemlich flach und hat einen ovalgerundeten Rand. Die sehr durchsichtige, dünne Schale hat vorne eine Mündung, welche wie bei Lagena als kurzer Tubus in den inneren Schalenraum fortsetzt. Die Kammern sind lang, durch deutliche, aber schmale Scheidelinien getrennt. Die Oberfläche ist glatt.

Polymorphina oblonga d'Orbigny.

(Taf. IX. 9. 10. 24. XI. 53. 54.) Brady 569.

Kommt selten tiefer vor als in 900 Meter. d'Orbigny's Beschreibung ist für Vorkommnisse aus dem Wiener Tertiär gegeben.

Gazelle: Tafelbai St. 37 — 91 M. selten; Mauritius St. 66 — 411 M. selten; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das Gehäuse misst $0._{60}$ Millimeter Länge, hat $0._{28}$ Breite, ist zapfenförmig, nach vorne etwas enger, hinten gerundet und breiter, als diess bei d'Orbigny angegeben ist. Die Kammern sind mässig bauchig, wenig verlängert, die letzte Kammer hat einen Strahlenkranz. Die Nähte schneiden nicht tief ein, die Oberfläche ist glatt. Taf. XI. 53. 54 ist Jugendform.

Polymorphina acuta d'Orbigny.

(Taf. XI. 48.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art als seltenes Vorkommen aus dem Tegel von Baden.

Gazelle: St. 59 — 1485 M. selten.

Abweichend von der gewöhnlichen Gestalt der Polymorphinen ist P. acuta nach Art der gestreckten Bolivinen gebaut. Verlängert zapfenförmig ist das Gehäuse hinten schmal, vorne breiter und dicker, verengt sich vorne spitzeiförmig. Die Kammern sind hoch, werden von sehr wenig einschneidenden Scheidewänden getrennt, sind flach gewölbt. Die Schale ist anscheinend glatt, bei stärkerer Vergrösserung zeigt sie sich sehr dicht und fein porös. Die Mündung ist ein eben abgeschnittener Strahlenkranz am Ende der Schlusskammer. In Glycerin bei durchfallendem Lichte betrachtet lässt die Schlusskammer einen kurzen entosolenen Tubus wahrnehmen. Die Länge des Gehäuses beträgt einen Millimeter.

d'Orbigny schildert die Gehäuse als etwas seitlich abgeflacht, an vorliegendem Exemplar ist der Querschnitt im oberen Theile rund.



Polymorphina longicollis H. B. Brady.

(Taf. IX. 21.) Brady 572.

Brady bezeichnet diese Art als Form der Tiefsee von 2000 bis 4450 Meter, vorkommend im nördlichen und südlichen Atlantischen, im südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das verlängert tropfenförmige Gehäuse ist birnförmig im Umriss, hat einen länglichen Körper, welcher nach hinten in eine stumpfe Spitze endet, vorne in einen langen Kragen ausläuft. Die Schale hat $0._{30}$ Millimeter Länge, ist am breitesten im hinteren Theile des Körpers, bevor derselbe sich zum hinteren Ende zuspitzt. Die Verschmälerung nach vorne ist eine mehr allmählige. Die Kammern sind nur gegen das hintere Ende deutlich abgetrennt, die Nähte schneiden mässig tief ein, lassen am Umriss der ersten Kammer die Abgränzung zwischen den zwei nachfolgenden Kammern mit schwacher Einkerbung wahrnehmen. Die Schale ist rauh auf der Oberfläche, grösstentheils mit kurzen Stacheln dicht bedeckt.

Eine Mündungskrone, wie sie Brady zeichnet, fehlt an dem vorliegenden Exemplare.

Polymorphina regina Parker, Jones.

(Taf. IX. 45. 50. 51.) Brady 571.

Nach Brady lebend bekannt aus Tiefen von 10 bis 280 Meter von Neu-Südwales, in der Bass-, Torres-Strasse, bei den Ki-, Admirals- und Sandwichs-Inseln. Eine ähnliche Form ist Polymorphina semicostata Marsson aus der Kreide von Rügen.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.

Bei $0._{35}$ Millimeter Länge und $0._{20}$ Breite hat das Gehäuse die Form einer stumpfkantig gedrückten Olive, spitzt sich vorne und hinten etwas, ist in halber Schalenhöhe am dicksten, erscheint auf einer Seite ein wenig eingedrückt. Die Kammern richten sich, bauchig gewölbt, bei fortschreitendem Längerwerden in langsamer Spira um die Centralachse auf, werden durch tief eingeschnittene Kammerscheidewände getrennt. Die letzte Kammer endet vorne in eine kurze Strahlenschnauze. Die Oberfläche der Schale trägt ziemlich dicht stehende, schmale Längsleisten, zwischen welchen gleich breite Furchen verlaufen.

Dadurch, dass der Querschnitt etwas kantig verdrückt ist, nähert die Form sich Uviger. angulosa.

Ramulina Rupert Jones.

Freie Schale, aus Röhren gebildet, welche zu unregelmässig gestalteten Knoten anschwellen. Letztere stehen in Zwischenräumen von einander ab und sind durch Röhren verbunden. Die Knotenmasse ist stachelig und grubig uneben.

Ramulina globulifera H. B. Brady.

(Taf. IX. 62.) Brady 587.

Nach Brady kommt diese Art wahrscheinlich schon in der Kreide vor, lebend findet sie sich bei den Canarischen, Westindischen, Bermuda-Inseln, Philippinen, bei Neuseeland, Fidschi, Neuguinea, auch bei Irland, bis zu 1150 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Es wurden nur einige Bruchstücke gefunden, welche hier eingereiht werden können. Das abgebildete Exemplar zeigt einen in zwei Kammern getheilten Knoten von $0._{45}$ Millimeter Länge. Derselbe ist ein stachelig-struppiges Gehäuse, in der Mitte in zwei Hälften getheilt, stellt zwei rundliche Kuchen dar. Zum Theil sind Ausläufer vorhanden, welche frei abstehende Röhren bilden, auch mit Mündungskragen abschliessen, zum Theil weisen abgebrochene Röhren auf eine Fortsetzung und Verbindung mit anderen Kammern hin.

Uvigerina d'Orbigny.

Das Charakteristische von Uvigerina ist ein dreizeiliger Aufbau um die Längsachse des Gehäuses mit Mündungskragen an der Schlusskammer.

Uvigerina canariensis d'Orbigny.

(Taf. IX. 43.) Brady 573.

Kommt nach Brady im Miocän, dann lebend bis zu 3600 Meter Tiefe bei Teneriffa, Bermuda, Cap der guten Hoffnung, Buenos Ayres, zwischen Falmouth und Lissabon vor.

Gazelle: Cap Verdeinseln St. 13 — 69 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Bei $0._{20}$ Millimeter Höhe und $0._{08}$ Breite hat das zapfenförmige Gehäuse eine Aufrankung, welche, von einer Embryonalzelle ausgehend, in 4 Umgängen aus je 3 Kammern emporsteigt, mit der letzten Kammer vorne in einen Kragen ausläuft, in welchem die Oeffnung eingeschlossen ist. Die Kammern sind mässig bauchig, wachsen im Umfang allmählig an, sind von deutlichen Scheidewänden getrennt und werden zugleich am Windungssaume sehr kenntlich abgegränzt. Die Oberfläche ist glatt oder matt.

Uvigerina crassa nov. sp.

(Taf. IX. 38. 39.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Diese Varietät von Uvigerina asperula hat bei $0._{37}$ Millimeter Höhe $0._{27}$ Breite, ist kugelig birnförmig, hat vorne einen kurzen Kragen, ist im Querschnitt kugelig, zeigt einen regelmässigen Aufbau von Umgängen, welche aus je drei Kammern gebildet werden. Die letzte Kammer des obersten Umganges läuft in den kurzen Mündungskragen aus. Die hintere Abgränzung des Schalenumrisses ist ein knolliger Knopf. Die Kammern sind durch tiefe Einschnitte getrennt, wölben sich sehr stark, und sind in dem ersten und zweiten Umgang noch klein, dann aber wachsen sie nach allen Richtungen rasch an. Die Oberfläche der Schale ist matt uneben, angegriffen, sieht desshalb aus wie eine abgeriebene U. asperula.

Uvigerina aculeata d'Orbigny.

(Taf. IX. 48. 49.) d'Orbigny, Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Brady stellt diese von d'Orbigny aus dem Miocän beschriebene Form identisch mit Uvig. asperula Cziczek und erwähnt sie lebend vorkommend bei Buenos Ayres, nördlich von der Insel Fernandez, bei den Ki-Inseln, bei den Aru-Inseln aus Tiefen von 900—3500 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Die Eigenthümlichkeit dieser Art besteht darin, dass sie auf der Oberfläche der Kammern bald dichtere, bald vereinzelnte, bald längere, bald kürzere Stacheln trägt, welche von der Schale frei abstehen. Die Gestalt des Gehäuses ist stets zapfenförmig, bald vorne, bald in der halben Höhe des Gehäuses dicker. Die Kammern sind bald gedrungener an einander geschlossen, bald heben sie sich kugelig getrennt ab. Das hintere Ende läuft in einen langen Stachel aus oder in mehrere ungleiche Dornen. Die Schalenhöhe erreicht $0._{18}$ bis $0._{55}$ Millimeter.

Uvig. asperula hat kürzere, borstige Stachelchen, meist einen mehr gleichmässigen Zapfenumriss.

Uvigerina asperula Cziczek.

(Taf. IX. 41.) Cziczek, Beitrag zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Beckens. 1847.

Von Cziczek beschrieben aus dem Tegel von Baden wird diese Form von Brady als lebend im Atlantischen Meere vom 56. Grad nördlicher Breite bis zu dem 52. Grad südlicher Breite, in der Südsee aus Tiefen von 200 bis zu 5000 Meter erwähnt.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. einige, St. 59 a, b — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selten, St. 87 b — 1187 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selten, St. 130 — 1655 M. selt.

Zapfenförmig baut sich das Gehäuse aus einer hinteren Spitze in anfangs undeutlicher, dann regelmässiger Gliederung der Umgänge aus je drei, allmählig sich verdickenden Kammern auf, welche mit zunehmendem Wachsthum tiefer in den Scheidewänden einschneiden und bauchiger in dem Körper werden. Der letzte Umgang läuft mit der Schlusskammer vorne in einen Kragen aus, welcher mit einem, die Oeffnung bergenden Lippenring schliesst. Die Kammern sind dicht mit Stacheldornen besetzt. Diese Art entspricht in den regelmässigeren Formen Schwager's Uvig. hispida und kennzeichnet sich nicht bloss durch die stachelige Oberfläche, sondern auch durch den gleichmässigen Aufbau der Umgänge. Die Schale misst bei $0._{25}$ Millimeter Höhe $0._{11}$ Millimeter Breite. Es finden sich aber auch Gehäuse, deren Kammeraufbau mehr dem unregelmässigen der Uv. interrupta sich nähert. Auch solche Gehäuse, welche hinten in einen scharfen Stachel enden, kommen vor.

Uvigerina proboscidea Schwager.

(Taf. IX. 53.) Schwager — Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse hat eine bald dickere, bald schlankere Zapfenform, ist vorne mit einem kurzen Flaschenkragen versehen, welcher mit einem Lippenring endet. Die Schale fängt hinten mit einer bald scharfen, bald stumpfen Spitze an, reiht die Kammern rasch oder langsam dicker werdend in der Spira auf, je 3 in einem Umgang. Die Kammern sind bauchig und werden durch tiefe Scheidelinien getrennt. Bei $0._{15}$ Millimeter Länge und $0._{09}$ Breite findet sich in dem letzten Umgang die grösste Breite, Schalen von $0._{35}$ Millimeter Länge und $0._{11}$ Breite behalten für den grössten Theil der Schalenlänge fast gleiche Breite des Gehäuses. Die Oberfläche ist von kurzen Haarstacheln dicht besetzt, und sieht sich bei schwächerer Vergrösserung wie matt an. Diese zarte Stachelzier und der verhältnissmässig schlankere Bau des Gehäuses unterscheidet diese Art von Uvig. asperula, das gedrungene Zusammengeschlossensein der Kammern in der Aufrollung und die borstige Oberfläche unterscheiden sie von Uvig. canariensis. Am hinteren Ende befindet sich bei manchen Exemplaren ein gerader Stachel.

Uvigerina Brunnensis Karrer.

(Taf. IX. 60. 61.) Brady 577.

Von Karrer im Tertiär entdeckt bei Wien, von Brady lebend citirt aus Tiefen von 200 bis 450 Meter von den Kerguelen und von Patagonien.

Gazelle: Kerguelen St. 53 — 366 M. selt., St. 55 a — 104 M. selt.

Das Gehäuse hat fast 1 Millimeter Länge, ist ein Viertheil so breit, rundlich im Querschnitt, vorne und hinten verschmälert zu stumpfer Eispitze, lauft vorne in den für Uvigerina charakteristischen Kragen aus. Die einzelnen Kammern richten sich in Umgängen auf, welche in schräger Reihenfolge die Centralachse umkreisen. Letztere ist etwas seitlich gebogen, die Kammereinschnitte sind wenig markirt. Die Oberfläche der Kammern trägt Längsleisten, welche in etwas welligen Längslinien verlaufen. Diese

Wellenlinien entstehen durch unregelmässig gerandete, über die Schale zerstreute Gruben, zwischen welchen, dicht stehend, über die ganze Schalenoberfläche feine Poren sich ausbreiten.

Uvigerina tuberosa nov. spec.

(Taf. IX. 56.)

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Diese Varietät von Uvigerina aculeata d'Orbigny zeichnet sich aus durch eine dickere Gestalt und durch eine derbe knotige Oberflächenbedeckung. Die Kammern sind verhältnissmässig wenig abgetrennt, die Scheidewände nicht tief, an der Schlusskammer fehlt an dem einzigen vorliegenden Exemplar der Kragen. Der Querschnitt der Schale ist ziemlich rund. Die Breite des Gehäuses ist $0._{30}$ Millimeter bei $0._{40}$ Länge. Von Uviger. aculeata unterscheidet sich diese Varietät durch die derben Knoten, während die im Umriss sehr ähnliche Uvig. crassa der Knoten und Stacheln entbehrt.

Uvigerina ampullacea Brady.

(Taf. IX. 37.) Brady 579.

Nach Brady kommt diese Art vor bis zu 1350 Meter Tiefe bei Irland, Westindien, im südlichen Stillen und Atlantischen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Bei einer Schalenlänge von $0._{50}$ Millimeter richtet sich das Gehäuse in dreikammerigen Umgängen auf, ist im Durchschnitt rundlich, endet hinten mit einem vorstehenden Knopf. Die Scheidewände der Kammern sind mässig tief, die Oberfläche der Kammern ist mit kurzen Dornen dicht besetzt, wodurch das Gehäuse ein struppiges Ansehen erhält. Von der Mitte nach dem vorderen Ende zu gewinnt das Gehäuse eine verlängerte Gestalt, da die Kammern sich nicht mehr seitlich umfassen, sondern in der Richtung der Längsachse des Gehäuses sich einzeln übereinandersetzen. Die letzte Kammer hat einen sehr gut entwickelten, dornenbesetzten, mit Randring umsäumten Flaschenkragen. Die ersteren Umgänge verlaufen undeutlich in dem kolbig dickeren hinteren Ende, sind von ungleichen Dornen dicht besetzt, lassen aber doch die spirale Anordnung der Kammerfolge bei sorgfältiger Beobachtung erkennen.

Diese Form steht zwischen Uv. interrupta und asperula und wird von Brady als Varietät der letzteren erklärt.

Uvigerina interrupta H. B. Brady.

(Taf. IX. 58.) Brady 580.

Nach Brady angetroffen in Tiefen von 70 bis 2600 Meter bei Kandavu, Humboldtbay, Raine-Inseln, Juan Fernandez, Neuseeland.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse ist schlank, hat bei $0._{40}$ Millimeter Länge $0._{14}$ Breite, ist vorne zu einem Kragenhals verengt, welcher deutlich vorragt und mit einem Lippenring endet. Der Schalenaufbau ist ein unregelmässiger. Die Kammern rollen sich nicht in ununterbrochener Windung an der Längsachse auf, sondern es erleidet die Kammerreihenfolge Unterbrechungen, so dass ein Theil des Achsenlaufes ab und zu von Kammern gar nicht bedeckt ist. Die Kammern bilden für sich je zwei oder drei eine Umgangsgruppe. Die nächste Gruppe beginnt erst wieder, nachdem ein Raum in der Spira nicht ausgefüllt ist, welcher einer, selbst mehreren Kammern zur Entwicklung hätte dienen können. Der Umriss des Gehäuses, welches nach unten sich verengt, wird dadurch unsymmetrisch, indem die Kammern bald hier, bald da mehr hervorragen. Eine weitere Arteigenthümlichkeit ist die dichte Besetzung der Kammern mit Stacheln.

Uvigerina pygmaea d'Orbigny.

(Taf. IX. 42.) d'Orbigny, die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Diese von d'Orbigny fossil aus dem Tertiär von Wien und Coroncina, lebend aus dem Adriatischen Meere beschriebene Art kommt nach Brady von 20 bis zu 4750 Meter Tiefe in allen Meeren vor.

Gazelle: Kerguelen St. 53 — 366 M. einige, St. 55 a — 104 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59 a, 59 b — 1485 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. mehrf.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selt.; östl. Südamerika St. 148 — 110 M. mehrf.

Das zapfenförmige Gehäuse endet vorne mit einem Flaschenhalse, an welchem die Schale wie eine Traube am Stiele hängt. Der Aufbau vollzieht sich in dreikammerigen Umgängen. Die ersteren Umgänge, welche sich an die Anfangskammer anreihen, sind in der Regel undeutlich, mit halber Höhe des Gehäuses sind die Kammern vollständig ausgebildet, die Einschnitte zwischen den Kammern sind tief. Die letzte Kammer endet vorne in den Kragenhals, welcher mit einem Lippenring abschliesst und den Mündungskanal birgt. Die Kammern tragen sehr kräftige, von vorne nach rückwärts verlaufende Leisten, zwischen welchen ebenso tiefe und breite Furchen liegen. Zugleich ist die Schale durchweg fein porös. Die Schale hat $0._{25}$—$0._{30}$ Millimeter Länge bei $0._{15}$—$0._{20}$ Breite.

Uvigerina globulosa n. sp.

(Taf. IX. 54. 55.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Diese Varietät von Uvigerina pygmaea ist ausgezeichnet durch winzige Schalengrösse und kugeligen Umfang. Man sieht fast nur die drei Kammern des letzten Umganges. Vorne geht das Gehäuse in einen Hals über, welcher mit kurzem Kragenrande endet und die Mündung umschliesst. Ueber die Kammern laufen der Länge nach verhältnissmässig breite Rippen, zwischen denen die trennenden schmaleren Furchen inzwischen liegen. Zugleich ist die Oberfläche fein porös Nach unten springen die Rippen am Kammerrande als spitze Zacken vor. Die hintere Endigung der Schale ist unansehnlich, wird kaum bemerkt zwischen den Stacheln. Die Höhe des Gehäuses erreicht $0._{15}$ Millimeter.

Uvigerina angulosa Williamson.

(Taf. IX. 40. 46. 47.) Brady 576.

Brady erwähnt diese Art als fossil bekannt aus dem Subapennin Italiens, vom Pliocän bei Malaga und aus den nachtertiären Schichten von Norwegen und Irland, lebend aus Tiefen von 3 bis 3000 Meter im Atlantischen Ocean von 65° im Norden bis zu den Antarktischen Regionen, im Stillen, Indischen Ocean, im Mittelländischen Meere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.; Kerguelen St. 53 — 366 M. selt., St. 55 a — 104 M. selten; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Die Gehäuse haben $0._{17}$—$0._{50}$ Millimeter Länge und bieten im Umriss eine verlängerte Zapfenform, deren Eigenthümlichkeit in der dreieckigen Gestalt des Querschnittes besteht. Diese Dreiecksform bildet sich dadurch, dass die Kammern nicht bauchig gerundet, sondern in ihrer Wölbungsmitte der Länge nach kantig verengt sind. Es laufen über die Kammern Längsleisten hin, die mittlere ist höher und am Schalenumriss ragt die erwähnte Längskante vor. Die Längsleisten sind nicht regelmässig parallel. Die Schalenoberfläche ist zart porös, die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer als kurzer, schmaler Kragen.

Seltener erscheinen verkürzte Formen wie Fig. 46. 47.

Uvigerina angulosa spinipes H. B. Brady.

(Taf. IX. 59.) Brady 577.

Aus Tiefen von 180 und 280 Meter von Tristan d'Acunha bekannt.

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Bei $0._{15}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite ist das Gehäuse eine Uvigerina angulosa mit kantig-dreieckigem Querschnitt, zapfenförmigem Umriss, welche nach vorne in einen engen Kragen endend, gegen das hintere Ende zum Theil an den Kanten der Kammern und an dem Anfangsumgang in kurze Zacken ausläuft.

Uvigerina tenuistriata Reuss.

(Taf. IX. 44. 52.) Brady 574.

Von Reuss ist diese Art beschrieben aus dem Magdeburger Tertiär, lebend findet sie sich nach Brady in Tiefen von 70—280 Meter bei den Philippinen, in der Torresstrasse, in der Südsee, bei Patagonien.

Gazelle: Kerguelen St. 44 a — 7 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi St. 130 — 1655 M. selt.; Montevideo St. 152 — 80 M. selt.

In schlanker Zapfenform baut sich das Gehäuse mit ziemlich gleichmässiger Rundung im Querschnitt aus mehreren Umgängen von je drei Kammern auf. Vorne verschmälert sich die Schale und endet in eine stumpfe Schnauze, oder in einen lippenkranzrandigen Kragen, welcher die Mündung birgt. Die Kammern sind bauchig, werden durch tiefe Einschnitte getrennt und tragen scharf gezeichnete Längsfurchen, welche flache Zwischenfelder trennen. Die grösseren Exemplare erreichen $0._{70}$ Millimeter Länge, sie sind Uvig. Brunnensis sehr ähnlich, sind aber glatt, nicht gekörnelt.

Uvigerina porrecta H. B. Brady.

(Taf. IX. 57. 63.) Brady 577.

Bekannt als Corallriffform aus Tiefen von 20 bis 3600 Meter von Bermuda, Mauritius, Fidschi, Torresstrasse, Papua.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Bei $0._{21}$ Millimeter Länge und $0._{11}$ Breite ist das Gehäuse verlängert zapfenförmig, endet vorne in einen Flaschenkragen, hinten mit einer unregelmässigen Zuspitzung. Die Kammern legen sich bei dem spiralen Aufbau wie schiefe Krausen mit gekerbter Vorragung am Umriss des Gehäuses übereinander, werden durch tiefe Scheidewände getrennt, sind fein zottig matt auf der Oberfläche.

Siphogenerina Schlumberger.

Schlumberger gibt in „Note sur quelques foraminifères nouveaux ou peu connus du golfe de Gascogne (Campagne du Travailleur, 1880)“ unter dem Namen Siphogenerina eine Artbeschreibung, welche vermöge der inneren Kammerverbindung ihre Uebereinstimmung mit Nodosaria einerseits, mit Uvigerina andererseits festhält, indem die Kammern des dreireihigen Anfangstheiles der Schale ebensogut, wenn auch minder deutlich, mit ihrer Mündung in die nächstfolgende Kammer hineinragen und in den rückläufigen, entosolenen Tubus der folgenden Kammer sich fortsetzen. Schlumbergers Zeichnung in Taf. III, der Feuille des Jeunes Naturalistes, XIIIe année, gibt einen Längsschliff. Durchsichtige Exemplare, wie in Tafel 33 angedeutet ist, lassen ziemlich deutlich ohne Schliff den Uebergang des Tubus von Kammer zu Kammer erkennen. Was die Arten anbelangt, ist für S. striata, colummellaris und raphanus keine feste Gränze festzuhalten, sie gehen

in einander über. S. bifrons kann als Art getrennt werden, wegen der engrundlichen Mündung vielleicht selbständig als Dimorphina gelten, das einzige gefundene Exemplar trägt aber die Mündung nicht als Kragen. S. dimorpha entspricht der Mündung nach mehr einer Dimorphina, S. virgula nach ihrem gesammten Bau einer Clavulina.

Siphogenerina (Sagrina) columellaris Brady.

(Taf. IX. 28. 31. 33.) Brady 581.

Brady bezeichnet die Canarischen Inseln, die Azoren, Madagascar, Pernambuco, den südlichen Stillen Ozean, Australien als Fundorte, die Tiefen bis zu 2000 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. mehrf.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das Gehäuse hat $^1/_4$ bis 1 Millimeter Länge, ist stabförmig, vorne meist etwas dicker, im Querschnitt oval bis rund, endet vorne mit einer stumpfen Schnauze, in deren Mitte die Mündung sitzt. Die Kammern sind zahlreich, nicht hoch, werden durch deutliche, flache Einschnitte getrennt. Die Schalen bauen sich aus scheinbar rundlichen, oder pyramidalen Anfangsstücken auf, welche uvigerinenartige Trauben darstellen, oder, durch Schwund der inneren Zellen, als kugelige Anfangszellen erscheinen. Die folgenden Kammern reihen sich an diese Anfangsstücke wie bei Nodosaria einzeilig an. Die Oberfläche ist dicht porös. Die Poren reihen sich nicht selten in feinen Längslinien. Dadurch nähern solche Gehäuse sich der S. striata in einer Weise, dass sie kaum zu unterscheiden sind. In der Regel ist aber der gesammte Bau ein mehr gedrungener bei S. columellaris, ein schlanker bei S. striata.

Siphogenerina (Sagrina) striata Brady.

(Taf. IX. 32. 34. 35. 64. 65.) Brady 584.

Kommt nach Brady in Tiefen von 6 bis 600 Meter vor bei Pernambuco, Madagascar, Fidschi, Neu-Hebriden, Philippinen, Torresstrasse.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. mehrf.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist ein von unten nach oben sich sehr allmählig verdickender Cylinder von ungefähr $0._{50}$—$0._{75}$ Millimeter Länge, $0._{13}$—$0._{19}$ Breite, das untere Ende ist seitlich ausgebogen, das vordere schliesst mit einer im Centrum der Röhre liegenden Oeffnung ab. Der Schalenaufbau beginnt spiral alternirend, setzt bei den meisten Schalen sehr bald in gerade aufstrebender Richtung fort und wird einreihig. Die einzelnen Kammern sind äusserlich nur durch seichte Einschnitte getrennt. Die Oberfläche der Schale ist sehr dicht porös und trägt erhabene, aber nicht derbe, der Länge nach verlaufende Leisten, welche nicht immer regelmässig parallel nebeneinander einhergehen. Manche Exemplare lassen die spirale Aufrollung der ersteren Kammern gar nicht erkennen, und setzen gleich direkt als einreihige Gehäuse wie die Nodosarien ihre Kammern auf einander. Es kommen auch Schalen einseitig gebogen vor. Zartschalige Gehäuse lassen den Uebergang der Schalenmündung in die nächstfolgende Kammer wie bei Nodosaria erkennen. Diese Vorsprünge sind aber in der Regel geradlinig abgeschnitten, während bei den Nodosarien die ganze Zitzenform ausgebildet ist, wenn man sie überhaupt sieht. Nur selten kann man auch hier Zitzenfortsätze in den folgenden Kammern wahrnehmen, wenn die Alternirung mehr verlängerter Kammern durch den grössten Theil des Gehäuses anhält.

Exemplare mit durchaus alternirenden Kammerreihen (Figur IX. 34) sind selten.

Siphogenerina (Sagrina) raphanus Parker u. Jones.

(Taf. IX. 36.) Brady 585.

Kommt nach Brady vor bei Bermuda, Panama, Westindien, Madagascar, Mauritius, Ceylon, Kerguelen, Philippinen, Sandwichs-Inseln, ist vorzugsweise Corallriffbewohner und geht bis 470 M. Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige.

Das Gehäuse ist pfriemenförmig, endet hinten in eine Spitze, schnürt sich manchmal vor der letzten Kammer etwas ein, oder geht mit gleicher Dicke aus der halben Schalenhöhe in das vordere Ende über. Dort verengt sich die letzte Kammer zu einer stumpfen Zitze, in welcher die Mündung sitzt. Der Aufbau lässt bei zarter Schale in dem dünnen hinteren Ende durchscheinend die alternirende Stellung der Kammern unterscheiden. Die späteren Kammern stehen einreihig übereinander. Die Zwischenwände senken sich sehr seicht ein. Die Oberfläche ist dicht porös und zeigt mehr oder minder ausgeprägt Längsleisten, welche nicht so zart, auch nicht so gleichmässig dichtstehen, wie bei S. striata.

Die Länge des Gehäuses beträgt $0._{75}$ Millimeter bei $0._{17}$—$0._{20}$ Breite.

Siphogenerina (Sagrina) bifrons Brady.

(Taf. IX. 25. 26. 29.) Brady 582.

Sagrina bifrons kommt nach Brady vor bei Japan in 560 Meter Tiefe.

Gazelle: Westaustralien St. 87b — 1187 M. selt.

Die Länge beträgt $0._{70}$ Millimeter, seitlich ist die Schale zusammengedrückt, in der schmalen Kielansicht erscheinen die Kammern kugelig abgerundet. Die Reihenfolge der Kammern beginnt mit einer runden Ausgangskammer am hinteren Ende. In senkrechter Richtung legen sich die Kammern, durch tiefe Einschnitte getrennt, über einander, nehmen langsam zu an Höhe, etwas mehr an Breite. In der Mittellinie schieben sich die Kammern einer Hälfte etwas empor gegen die andere, wodurch das Aussehen von Bolivina hervorgerufen wird, welches hier um so mehr zutrifft, als auch die Uvigerinaaufrollung von drei Kammern in der unteren Abtheilung des Gehäuses nicht deutlich entwickelt ist, sondern die Kammern von der Ausgangskammer an frondikularienartig einreihig übereinander zu stehen scheinen. Auch die stumpfzitzenförmig am Ende der letzten Kammer hervortretende Oeffnungsschnauze gleicht mehr der von Boliv. limbata. Die Oberfläche der Schale ist dicht matt porös, zugleich laufen aber schwache Rillen über das Gehäuse von vorne nach hinten, welche den ersteren Kammern das Ansehen von Kerbeneinschnitten geben. Bei Brady ist für Sagr. bifrons eine weitoffenstehende Mündung angegeben. Das vorliegende Exemplar hat nur die kleine runde vorerwähnte Oeffnung.

Siphogenerina (Sagrina) dimorpha Parker u. Jones.

(Taf. IX. 30.) Brady 582.

Kommt nach Brady vor bei Norwegen, Ostindien, Ascension im Rothen Meer, in der Südsee, bei Tahiti, den Fidschi-, Ki-Inseln bis zu 1180 Meter Tiefe.

Gazelle: St. 66 — 411 M. selt.

Das Uvigerina ähnliche, zapfenförmige Gehäuse misst $0._{48}$ Millimeter in der Länge, $0._{18}$ in der Breite, ist am hinteren Ende verengt zu einer stumpfen Spitze, vorne breiter, und endet vorne in einen frei vorstehenden Urnen-Kragen, in welchem die Mündung sitzt. Die Kammern sind im Beginne des Schalenaufbaues nicht deutlich zu unterscheiden, setzen aber bald einreihig übereinander auf. Von da an sind die Kammerscheidewände deutlich eingesenkt, nicht breit, und bilden am unteren Kammerrande Unebenheiten mit grubigen Einbuchtungen. Die Oberfläche der Schale ist matt rauh.

Siphogenerina (Sagrina) virgula H. B. Brady.

(Taf. IX. 27.) Brady 583.

Nach Brady ist diese Art bisher bekannt von Pernambuco und von einigen Stellen des Stillen Oceans aus Tiefen von 20 bis zu 3700 Meter.

Gazelle: Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selten; Westaustralien St. 87b — 1187 M. selten, St. 90 — 359 M. selten.

Die Gehäuse bestehen bei $0._{20}$—$0._{28}$ Millimeter Länge aus einer traubenartigen Spirale von wenigen Kammern, an welche sich erst alternirend, dann einreihig, einige Kammern anschliessen. Diese sind kugelig, werden von deutlichen Einschnürungen getrennt. Die letzte Kammer endet urnenförmig mit einem runden Mündungsrand. Die Schale ist auf der Oberfläche mit einzeln stehenden, ungleich langen Stachelchen bedeckt, auch mit Knötchen. Die sehr ähnliche Clavulina humilis Brady unterscheidet sich nur durch den derben dreikantigen Anfangsknollen, während Siphog. virgula auch dann, wenn die Schale derbere Knoten trägt, noch die aus der Spirale heraus entwickelte Alternirung erkennen lässt, bevor die einzeilige Kammerreihe Platz greift.

Gromia Dujardin.

Gromia wird von Schultze geschildert als ein ei- oder kugelförmiger Körper, welcher sich bietet in einer dünnen, chitinösen durchsichtigen Hülle. Diese steht nach vorne offen und verlängert sich nach vorne mehr oder weniger halsartig.

Gromia oviformis Dujardin.

(Taf. X. 101. 102.) Max Sigm. Schultze über den Organismus der Polythalamien. 1854.

Von Dujardin bei Toulon, Marseille, Zette, von Schultze bei Ancona und in den Lagunen von Venedig beobachtet.

Gazelle: Kerguelen St. 50 — 3480 M. selten.

Der zarte Schalenkörper ist bei $0._{15}$ Millimeter Höhe und $0._{10}$ Breite im Umriss ein Oval, vorne etwas schmäler, vom Rande betrachtet bietet das Gehäuse eine vorne sehr verschmälerte Birngestalt. Die durchsichtige Schale ist sehr dünn. Der Schalen-Innenraum ist grösstentheils erfüllt mit körneliger Masse, in welcher einige (Vakuolen?) grössere kugelförmige Körner, heller durchscheinend, abgegränzt erscheinen. Im vorderen Schalentheile ist freier Raum, gegen welchen sich die körnige Innensubstanz mit einer eingestülpten Membran abtrennt. Es ist von dieser Art nur ein Exemplar aufgefunden worden, und ist auffallend, dass die Fundprobe aus so beträchtlicher Tiefe stammt.

Lagena Walker und Boys.

Die Lagenen sind einkammerige, feinlöcherige Gehäuse mit einer endständigen Mündung. Von dieser zieht sich bei vielen Schalen ein röhrenförmiger, verschieden langer, gerader oder gebogener Schlauch in das Innere der Schale hinein. Ganz selten erreicht dieser Schlauch das innere, hintere Ende, oder es sind Rudimente solcher Anlöthung geblieben, während der übrige, mittlere Theil des Schlauches mehr oder minder geschwunden ist. Die Mündung selbst ist entweder rund oder spaltförmig, nicht selten zwischen diesen Formen stehend. Brady theilt die Lagenen a) in solche, deren Querschnitt rund ist, b) in solche, deren Seiten sich abflachen, so dass der Querschnitt oval oder schiffchenförmig erscheint. Die Form des Umrisses und die Verzierung der Oberfläche geben grosse Mannigfaltigkeit in der Gestalt der Lagenen.



Eine besondere Abweichung vom Typus der Lagenen zeigen einige Arten, indem sie zwei entgegengesetzte Mündungen besitzen.

Für die Artenaufstellung bietet die formenreiche Ausgestaltung des Umrisses mannigfache Anhaltspunkte. Allein der Lagenen Neigung, aus dem einen Typus in einen andern überzugehen, ist sehr gross, und es wird die Abgränzung der Arten dadurch sehr erschwert, zum Theil sogar willkürlich.

Die einzelnen Lagenen-Arten heben sich von einander ab als Lagenen mit

Ia rundem Querschnitt und glatter Oberfläche:

1. *Lagena laevis,* Birnform im Umriss;
2. „ *globosa,* Apfelform im Umriss;
3. „ *ovum,* ein Oval im Umriss;
4. „ *clava,* ein vorne offener, hinten gerundeter Beutel;
5. „ *clavata,* nach vorne in einen langen Kragen, hinten in eine Spitze ausgezogen, im Körper kugelförmig;
6. „ *apiculata,* herzförmig im Umriss, nach hinten in einen kurzen Stachel endend;
7. „ *tubulifera,* walzenförmiger Körper mit langem Kragen nach vorne;

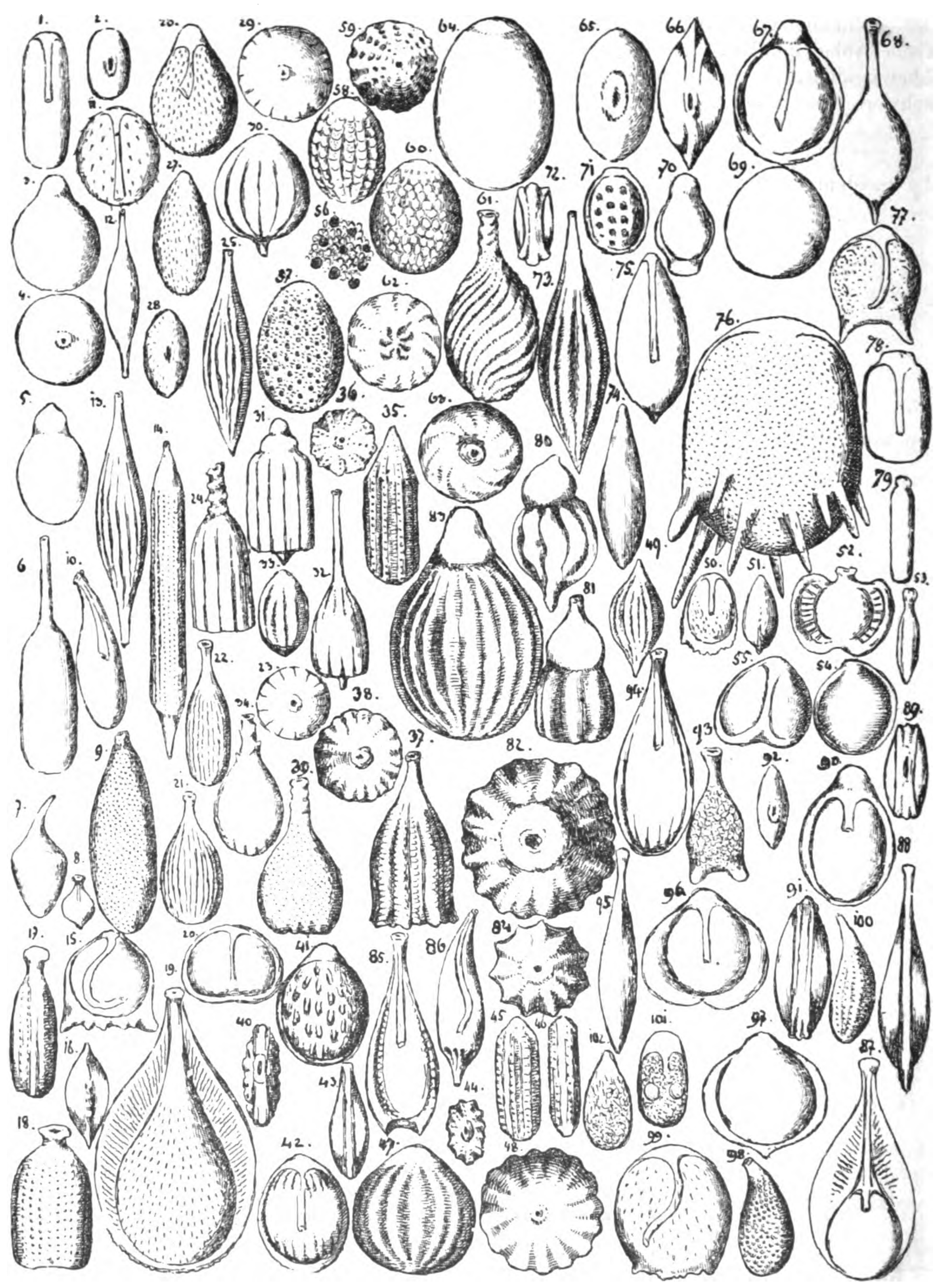
Ib mit rundem Querschnitt und borstiger oder löcheriger Oberfläche:

8. *Lagena hispida,* im Umriss mit laevis gleich aber fein borstig auf der Schalenfläche;
9. „ *aspera,* im Umriss globosa gleich, aber mit verhältnissmässig derben und kurzen Dornen besetzt;
10. „ *Hertwigiana,* im Umriss wie eine Citrone, die Oberfläche mit Knötchen und Löchern besetzt;
11. „ *favosopunctata,* im Umriss verlängertbirnförmig, auf der Oberfläche mit Grübchen bedeckt, in welchen die runden Poren sitzen;
12. „ *squamosa,* im Umriss Citronenform, die fein poröse Oberfläche bedeckt mit Gruben, welche aufgeworfene Ränder haben, und welche in Längsreihen geordnet sind;
13. „ *hexagona,* im Umriss apfelförmig, auf der Oberfläche mit Gruben bedeckt, deren aufgeworfene Ränder wie Honig-Waben in Form von Sechsecken sich erheben;

Ic mit rundem Querschnitt und gestreifter oder gerippter Oberfläche:

14. *Lagena lineata,* Apfelform mit wenigen, nicht tiefen Streifen;
15. „ *striata,* meist länglich gestreckt, mit dichtstehenden, zarten Längsleisten bedeckt;
16. „ *semistriata,* länglich, in halber Schalenhöhe gerippt;
17. „ *semistriata crenata,* länglich. von unten gekerbt;
18. „ *striatopunctata u. Fieldeniana,* flaschenförmig auf den Längsleisten Poren;
19. „ *gracilis,* walzenförmig, mit mässig starken Längsleisten;
20. „ *sulcata,* kugel- bis walzenförmig, kräftige Längsleisten auf der Oberfläche;
21. „ *interrupta,* wie vorige, die Längsleisten sind auf der Höhe der Schalenwölbung nicht vorhanden;
22. „ *acuticosta,* birnförmig, mit hohen Leisten und einem derben Mündungsknauf am vorderen Ende;
23. „ *plumigera,* flaschenförmig, auf der Oberfläche Längsrippen, welche durch quere Schlitze gleichsam gefiedert erscheinen;
24. „ *tortilis,* flaschenförmig mit spiral verlaufenden engen Leisten;

X



Tafel X.

Fig. 1 Lagena compressa von der Seite,
„ 2 „ „ „ oben,
„ 3 5 „ laevis von der Seite,
„ 4 „ „ „ oben,
„ 6 7 „ tubulifera,
„ 8 „ apiculata,
„ 9 „ ovum,
„ 10 „ clava,
„ 11 „ aspera,
„ 12 „ gracillima,
„ 13 „ distoma,
„ 14 „ elongata,
„ 15 „ fimbriata von der Seite,
„ 16 „ „ „ unten,
„ 17 „ perforata vom Rande,
„ 18 „ „ von der Seite,
„ 19 „ seminiformis.
„ 20 „ marginata,
„ 21 22 24 Lagena striata von der Seite,
„ 23 Lagena striata von oben,
„ 25 „ gracilis,
„ 26 „ hispida von der Seite,
„ 27 „ „ compressa vom Rande,
„ 28 „ „ „ von oben,
„ 29 „ lineata von oben,
„ 30 „ „ „ der Seite,
„ 31 „ striata,
„ 32 „ interrupta,
„ 33 „ gracilis,
„ 34 „ semistriata,
„ 35 „ striatopunctata von der Seite,
„ 36 „ „ „ oben,
„ 37 „ plumigera von der Seite,
„ 38 „ „ „ oben,
„ 39 „ semistriata,
„ 40 „ costulata von oben,
„ 41 „ „ „ der Seite,
„ 42 „ Wrightiana von der Seite,
„ 43 „ „ vom Rande,
„ 44 „ striatopunctata von oben,
„ 45 „ „ „ der Seite,
„ 46 „ „ vom Rande,
„ 47 „ acuticosta von der Seite,
„ 48 „ „ „ oben,
„ 49 „ gracilis,
„ 50 „ staphyllearea von der Seite,
„ 51 „ „ vom Rande,
Fig. 52 Lagena ungula von der Seite,
„ 53 „ „ vom Rande,
„ 54 „ trigonomarginata von vorne,
„ 55 „ „ von der Seite,
„ 56 „ Hertwigiana vergrösserte Fläche,
„ 57 „ „ von der Seite,
„ 58 „ squamosa von der Seite,
„ 59 „ „ „ oben,
„ 60 „ hexagona,
„ 61 „ tortilis von der Seite,
„ 62 „ „ „ unten,
„ 63 „ „ „ oben,
„ 64 „ laevigata von der Seite,
„ 65 „ „ „ oben,
„ 66 „ marginata von oben,
„ 67 „ „ von der Seite,
„ 68 „ clavata,
„ 69 „ globosa,
„ 70 „ semimarginata,
„ 71 „ castrensis von der Seite,
„ 72 „ „ „ unten,
„ 73 „ sulcata,
„ 74 „ acuta vom Rande,
„ 75 „ „ von der Seite,
„ 76 77 „ longispina,
„ 78 „ quadrata von der Seite,
„ 79 „ „ vom Rande,
„ 80 81 83 Lagena acuticosta von der Seite,
„ 82 84 „ „ „ oben,
„ 85 Lagena lagenoides,
„ 86 „ crenulata,
„ 87 „ seminiformis von der Seite,
„ 88 „ „ vom Rande,
„ 89 „ Orbignyana von oben,
„ 90 „ „ „ der Seite,
„ 91 „ „ vom Rande,
„ 92 „ bicornuta von oben,
„ 93 „ „ „ der Seite,
„ 94 „ lagenoides tenuistriata von der Seite,
„ 95 „ lagenoides vom Rande,
„ 96 97 „ marginata von der Seite.
„ 98 „ favosopunctata,
„ 99 „ staphyllearea,
„ 100 Gromia oviformis von der Seite,
„ 101 „ „ vom Rande,

Id mit rundem Querschnitt und einer Mündung am vorderen und hinteren Ende:

25. *Lagena gracillima*, Walzenform mit kragenartiger Verschmälerung nach vorne und nach hinten;
26. „ *distoma*, bauchige Walzenform mit Längsleisten;
27. „ *elongata*, geradlinige Walzenform mit feinen, in Längsreihen gestellten Poren.

Lagena mit ovalem oder schiffchenförmigem Querschnitt.

IIa Querschnitt oval, ohne Randkiel:

28. *Lagena laevigata*, im Umriss breitoval, Schale glatt;
29. „ *compressa*, im Umriss länglich, flach, glatt;
30. „ *quadrata*, im Umriss viereckig mit etwas abgerundeten Ecken;
31. „ *hispida compressa*, wie hispida, aber flach gewölbt mit einfachem Kantenrand;
32. „ *staphyllearea*, taschenförmig, ziemlich flach, mit unregelmässigen Vorragungen am Rande;
33. „ *longispina*, im Umriss fast rundlich, gegen den hinteren Rand von der Seite aus mit langen Stacheln besetzt;

IIb Querschnitt schiffförmig bis blattflach, der Rand von einem Kiele umfasst:

34. *Lagena acuta*, eine L. laevigata mit scharfem Kiel und kurzem Stachel am hinteren Ende;
35. „ *marginata*, im Umriss rundlich, mit breitem Kiel rings um die Schale;
36. „ *semimarginata*, wie vorige, der Kiel umfasst nur den hinteren Theil der Schale;
37. „ *fimbriata*, der Körperumriss rundlich, der Kiel am hinteren Theile zackig;
38. „ *Orbignyana*, der Körper etwas verlängert, bauchig, der Kielsaum dreikantig;
39. „ *castrensis*, gedrungener als vorige, fast kreisrund, der Kiel kräftig dreikantig, die Oberfläche mit zerstreuten Gruben bedeckt;
40. „ *costulata*, flachbauchig mit breitem, kantigem Kiel und Knotenleistchen auf der Oberfläche;
41. „ *Wrightiana*, auf der Wölbung glatt, von vorne und hinten kurz gerippt;
42. „ *perforata*, flachbauchig mit breitem, kantigem Kiel, auf der Schale mit in Reihen stehenden Poren;
43. „ *lagenoides*, länglich, nach vorne in einen Kragen ausgezogen, mit kräftigkantigem Kiel;
44. „ *bicornuta*, taschenförmig, am Körper rauh grubig, nach den hinteren Ecken in stumpfe Hörner endend;
45. „ *ungula*, mit breitem Körper und hufeisenförmiger Verzierung der Oberfläche.

IIc Schalenkörper seitlich mit flügelartigem Kiel umfasst:

46. *Lagena seminiformis*, breite, dünne Flügelblätter vom Mündungskragen bis rings um die Schale;

IId Schale mit dreikantigem Gehäuse:

47. *Lagena trigonomarginata*, eine unregelmässig dreieckige Pyramide.

Lagena laevis Ehrenberg.

(Taf. X. 3—5.) Ehrenberg — Mikrogeologie. 1854.

Brady erwähnt dieser Art bereits als in dem Silur, in dem Lias, in braunem Jura und durch alle jüngeren Formationen vorkommend und nennt sie zugleich die weitestverbreitete Foraminifere aller Tiefen und Meere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 36 — 3566 M. selt.; Kerguelen St. 55a — 104 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Als Miliola laevis bezeichnet Ehrenberg in seiner Mikrogeologie eine Lagena aus Schreibkreide des Mississippigebietes, welche als Typus der Lagena überhaupt betrachtet werden kann. Ein verlängert eiförmiger, hinten gerundeter, vorne etwas verengter Schalenkörper mit rundlichem Querschnitt und glatter Schale. Die Mündung sitzt am vorderen Ende der Schale als runde Vertiefung.

Die meisten Schalen sind kürzer, haben bei $0._{20}$ Millimeter Länge und $0._{14}$ Breite mehr die Gestalt einer Birne.

Vorne setzt sich der Mündungskegel manchmal als eigener Ansatz an, gleichsam eine Verdoppelung des Gehäuses nach der Entwicklungsrichtung zu Nodosaria.

Wenn dieser Mündungskegel sich mehr verkürzt, dann erscheint das Gehäuse apfelrund, Lagena globosa Brady's, welche mit Oolina simplex Reuss aus der Lemberger Kreide vollkommen übereinstimmt.

Gut erhaltene Gehäuse der Lag. laevis zeigen sich dicht mit feinen Poren besetzt.

Lagena globosa Montagu.

(Taf. X. 69.) Brady 452.

Nach Brady treten ähnliche Formen schon in der Kohlenperiode auf. Sicher ist das fossile Vorkommen vom Jura bis in die Spät-Tertiär Zeit. Lebend findet sich diese Art in allen Meeren und in allen Tiefen.

Gazelle: Westlich Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Die Grösse der Schale beträgt $0._{10}—0._{30}$ Millimeter in der Höhe. Der Umriss der Schale ist kugelförmig, doch verlängert das vordere Schalenende sich zu einem kurzkegeligen Ansatz. Der Querschnitt ist kreisrund. Am vorderen Ende befindet sich die Mündung, von welcher zuweilen ein Schlauch in das Innere der Schale sich fortsetzt. Die Oberfläche ist glatt oder matt porös.

Lagena (Miliola) ovum Ehrenberg.

(Taf. X. 9.) Ehrenberg — Mikrogeologie. 1854.

Nach Brady im Lias beginnend, lebt diese Art mit andren dünnschaligen Lagenen bis zu 4200 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59a — 1485 M. selt.; westlich Australien St. 92 — 5523 M. selt.; Neuguinea St. 108 — 3219 M. selt.; zwischen Fidschi u. Südamerika St. 141 — 4465 M. selten.

Bei $0._{20}$ Millimeter Länge und $0._{09}$ Breite ist diese im Querschnitt runde Form zu einem Cylinder verlängert, welcher nach vorne zur Mündung sich fast schnauzenartig verengt, hinten spitz eiförmig abgerundet ist. Die Schalensubstanz ist sehr dünn. Die Oberfläche ist glatt, bei stärkerer Vergrösserung erscheint sie sehr dicht und feinlöcherig porös. Die Mündungsschnauze neigt zuweilen mehr nach einer Seite.

Lagena (Ovulina) clava Ehrenberg.

(Taf. X. 10.) Ehrenberg — Mikrogeologie. 1854.

Ehrenberg gibt eine zutreffende Abbildung aus der Schreibkreide des Mississippigebietes unter dieser Bezeichnung.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 a — 1485 M. selt.

Das Gehäuse ist beutelförmig, hat einen runden Querschnitt, ist oval im Körper, rundet sich hinten spitzeiförmig ab, geht nach vorne in einen kurzen oder auch etwas längeren dünnen Kragen über, in welchem die Mündung sitzt. Die entosolene Fortsetzung der Mündung nach innen findet sich zuweilen. Der Schalenkörper ist leicht eingebogen. Bei $0._{28}$ Millimeter Länge hat die Schale $0._{09}$ Breite. Die Oberfläche ist glatt.

Lagena (Oolina) clavata d'Orbigny.

(Taf. X. 68.) d'Orbigny, Foraminiferen des Wiener-Tertiärbeckens. 1846.

Brady weist dieser Varietät von L. laevis das gleiche Vorkommen zu, wie es von L. laevis bekannt ist.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.

Bei $0._{37}$ Millimeter Länge hat die Schale $0._{17}$ Breite. Der Körper des Gehäuses ist kugelrund, geht nach vorne in einen dünnen Flaschenkragen aus, welcher am Mündungsrande sich schwach erweitert. Das hintere Ende trägt einen dünnen Stachel. Die Schale ist glatt.

Lagena (Oolina) apiculata Reuss.

(Taf. X. 8.) Reuss, die Foraminiferen und Entomostraceen des Kreidemergels von Lemberg.

Reuss beschreibt diese Art aus der Lemberger Kreide, nach Brady kommt sie fossil schon im Lias, lebend bis zu 5000 Meter Tiefe in allen Meeren vor.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.

Es wurde nur ein Exemplar von $0._{07}$ Millimeter Höhe aufgefunden, aber dasselbe ist eine mit der Darstellung von Reuss vollständig übereinstimmende Figur, ist birnförmig, hat runden Querschnitt, kugeligen Körper, welcher nach vorne in einen kurzen Lippenkragen, hinten in einen kurzen Stachel ausläuft. Die Mündung am vorderen Ende entsendet nach innen einen entosolenen Tubus. Die Oberfläche ist glatt, bei starker Vergrösserung matt.

Lagena tubulifera nov. sp.

(Taf. X. 6. 7.)

Gazelle: Zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. selt.

Das Gehäuse gehört seinem runden Querschnitt gemäss zu der Gruppe Lag. laevis, zeichnet sich aber dadurch aus, dass an den Körper der Schale sich vorne ein dünner, langer Kragen — gerade oder gebogen — ansetzt. Der Körper ist walzenförmig, auch herzförmig, rundet sich hinten stumpfeiförmig oder zu einem rundlichen Kegel verengt ab. Die Länge beträgt $0._{15}$—$0._{48}$ Millimeter bei $0._{05}$—$0._{12}$ Breite. Die Schalenoberfläche ist glatt.

Lagena hispida Reuss.

(Taf. X. 26.) Brady 459.

Nach Brady beginnt diese Art im Lias und ist lebend bekannt aus geringen Tiefen nahe den Küsten Englands und bis zu 3500 Meter Tiefe aus dem Atlantischen und Stillen Ocean.

Gazelle: Kerguelen St. 55a — 104 M. mehrf.; westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 87b — 1187 M. einige; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.; zwischen Fidschi und Südamerika St. 141 — 4460 M. selten.

Die Schale hat ungefähr $0._{20}$ Millimeter Höhe und $0._{15}$ Breite, ist im Umriss verlängert beutelförmig, im Querschnitt rund. Die grösste Breite der Schale ist im hinteren



Drittheil, von da verlängert sie sich zu einem spitzkegelförmigen Kragen nach vorne. Das hintere Ende ist kugelig abgerundet. Die Form des Umrisses ist verschieden je nach Länge und Breite des Körpers der Schale, die Oberfläche trägt dichtstehende feine bis derbere Dornstachelchen.

Lagena hispida variatio compressa Brady.

(Taf. X. 27. 28.)

Mit voriger, aber häufiger als diese, findet sich eine in Umfang und Grösse ganz mit hispida stimmende, feinborstige Art, welche darin abweicht, dass sie im Querschnitt nicht rund ist, sondern am Umriss eine Kielkante bildet, und dass die entosolene Mündungsröhre in der Regel sehr gut erhalten ist. Die vordere Endigung verengt sich mehr oder weniger zu einer Schnauze. Der Fissurinenspalt kommt nicht deutlich zur Entwicklung.

Lagena aspera Reuss.

(Taf. X. 11.) Brady 457.

Kommt nach Brady in ähnlicher Form schon in der Kohlenformation, in mehr übereinstimmender sicher schon im Lias vor. Lebend geht die Art bis zu 4300 Meter Tiefe, ist aber auch nahe der englischen Küste in seichtem Wasser getroffen worden. Die Fundstätten der Challengerforschung waren der südliche Atlantische und Stille, der nördliche Stille Ocean.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Westaustralien St. 90 — 359 M. selt.; in Mitte des Atlantischen Oceans St. 162 — 3822 M. selten.

Bei $0._{09}$ Millimeter Länge und $0._{075}$ Breite hat das Gehäuse die Gestalt einer birnförmig nach vorne verengten Kugel, ist im Querschnitt rund, hat nicht einen Flaschenkragen wie bei Bradys Abbildungen, sondern nur eine zitzenartige Verlängerung als Träger der Oeffnung. Die Oberfläche der Schale ist mit zerstreut stehenden, ungleich grossen Nadelchen bedeckt. Das von Station 162 stammende Exemplar ist fast kugelrund und zeigt bei $0._{11}$ Millimeter Höhe den entosolenen Tubus von einem inneren Schalenrande zum andern.

Lagena Hertwigiana H. B. Brady.

(Taf. X. 56. 57.) Brady 470.

Lebt nach Brady in der Torresstrasse, südlich von Australien und an Norwegens Küste in Tiefen von 300 bis 5000 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das einzige gefundene Gehäuse hat sehr symmetrische Birnform, ist $0._{22}$ Millimeter hoch. $0._{14}$ breit, hinten breit gerundet, vorne etwas schmäler. Der Querschnitt ist kreisrund. Eigenthümlich ist die Verzierung der Oberfläche. Symmetrisch zu einander stehende Gruben erscheinen, je nach der vorherrschenden Einstellung des Gehäuses mit Wölbung oder Fläche in concentrischen Bögen oder in Längsreihen geordnet. Zwischen den Gruben ist eine fein granulöse Zwischenmasse, welche zu kurzen Zöttchen sich erhebt und dadurch zum Theil die Gruben verdeckt, zum Theil der Schale ein rauhes Ansehen verleiht.

Lagena favosopunctata H. B. Brady.

(Taf. X. 98.) Brady 473.

Die bei Brady angeführten Lagenen dieses Namens sind aus 32 und 280 Meter Tiefe bei Neuguinea gewonnen.

Gazelle: Westl. Australien, St. 90 — 359 M. selt.

Bei einer Höhe von $0._{15}$ Millimeter und $0._{09}$ Breite hat die Schale Birnform, rundet sich nach hinten eiförmig, hat runden Querschnitt, verengt und verlängert sich nach vorne in einen Kragen. Die Oberfläche der Schale ist mit feinen, ganz dicht aneinanderstehenden, Grübchen besetzt. Die Grübchen stehen so symmetrisch, dass sie, je nachdem man von einer Seite aus die Schale betrachtet, in Reihen geordnet erscheinen. Am Rande treten

die Grubenwände als ungemein dichtstehende, ganz gleich grosse Knötchen hervor. Um die Schalenverzierung genau zu erkennen, ist stärkere Vergrösserung zu Hilfe zu nehmen.

Lagena squamosa Montagu.

(Taf. X. 58. 59.) Brady 471.

Beginnt nach Brady im Eocän, lebt bis zu 4200 Meter Tiefe in allen Meeren.

Gazelle: Kerguelen St. 55a — 104 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die Schale hat einen ovalen Umriss, runden Querschnitt, verengert sich vorne etwas, rundet sich hinten stumpf ab und zeichnet sich aus durch schuppenartig geformte Gruben, welche in Längsreihen geordnet stehen, die Zwischenräume zu Längsleisten entwickeln. Die Höhe der Schale erreicht $0._{23}$ Millimeter.

Die Ansicht der Schale von der Seite zeigt von vorne nach hinten laufende Rinnen, zwischen welchen die Zwischenmasse durch querlaufende kurze Einschnitte vielfach gekreuzt wird. Aus dieser Kreuzung bilden sich schuppenförmige Schilder, welche fein porös sind und bei günstiger Einstellung im Sehfeld sogar fein längs gestrichelt erscheinen.

Lagena hexagona Williamson.

(Taf. X. 60.) Brady 472.

Brady vereinigt mehrere Artnamen unter dieser Bezeichnung als fossile Vorkommnisse aus dem Tertiär verschiedener Länder, lebend weist er ihr den gleichen Tiefenstand und die gleiche geographische Verbreitung an, wie sie L. squamosa zukommen.

Gazelle: Kerguelen St. 53 — 366 M. selt., St. 55a — 104 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Fidschi St. 129 — 2432 M. selt.

Diese Varietät von Lagena squamosa hat ihre Eigenthümlichkeit in einer grösseren Breite. Bei $0._{14}$—$0._{20}$ Millimeter Höhe und $0._{12}$—$0._{16}$ Millimeter Breite erscheint der Umriss mehr kugelförmig. Hinten ist die Kugel gerundet, vorne verlängert sie sich zu einer stumpfen Spitze. Die Oberfläche der Schale trägt sehr regelmässige Flächenfelder, welche sich nach Art der Honigwaben mit sechseckigen Randleisten begränzen. Diese Felder stehen zwar auch in Reihen, wie bei L. squamosa, aber es tritt vermöge der grösseren Schalenrundheit die Längsrippenbildung nicht ein, wie sie die mehr ovale L. squamosa entwickelt.

Lagena lineata Williamson.

(Taf. X. 29. 30.) Brady 461.

Beginnt nach Brady im Tertiär, lebt an der englischen, belgischen und französischen Küste, bei den Kerguelen, an den Küsten von Tristan d'Acunha in Tiefe von 40 bis zu 280 Meter.

Gazelle: Kerguelen St. 55a — 104 M. selt; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.

Die Schale ist $0._{14}$—$0._{28}$ Millimeter hoch, ziemlich kugelförmig, im Querschnitt rund, hinten als Kugel gerundet, nach vorne läuft sie in eine kegelförmige Zuspitzung aus. Die Mündung ragt von der Spitze als entosolener Tubus in das Schaleninnere hinein. Die Oberfläche trägt Längslinien, welche nicht so tief und kräftig ausgebildet sind, dass sie am Umriss des Querschnittes als deutliche Kerben bemerkbar werden, wodurch diese Varietät von L. striata sich unterscheidet.

Es tritt an der hinteren Endigung des Gehäuses zuweilen ein zapfenförmiger Fortsatz hervor. Dass er eine offene Mündung umschliesse, konnte nicht beobachtet werden. Die Oberfläche der Schale ist in manchen Gehäusen porös, sogar zum Theil zottenborstig.

Lagena striata d'Orbigny.

(Taf. X. 21—24. 31.) Brady 460.

Nach Brady beginnt diese Art im Tertiär und findet sich in allen Meeren.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Brady bezeichnet für diese Art als Hauptmerkmale runden Querschnitt, einen ovalen Umriss, einen nach vorne verlängerten Mündungskragen, feine parallele Längsstreifen. Von $0._{16}$—$0._{55}$ Millimeter Höhe ist die Grösse der Gehäuse sehr verschieden, die Form des Schalenkörpers bald schlank flaschenförmig, bald kugelig bauchig. Das vordere Kragenstück, der Hals, trägt häufig ein Schraubengewinde. Nach hinten endet die Schale oval oder eben abgestutzt. Nicht selten zeigt das hintere Ende einen Stachel. Die Streifen der Oberfläche stehen bald als dichte feine Längsleistchen, bald sind die feinen Leistchen seltener und lassen breite glatte Zwischenfelder zwischen sich. Die Oberfläche ist zugleich sehr dicht porös und auf den Leisten treten dadurch sogar im seitlichen Anblick sehr feine Körnelungen auf.

Lagena semistriata Williamson.

(Taf. X.. 34. 39.) Brady 465.

Nach Brady findet sich Lagena semistriata mit L. sulcata und laevis, zwischen denen sie die Mitte hält.

Gazelle: Westl. Australien St. 87b — 1187 M. einige.

Das Gehäuse hat Flaschenform mit kugeligem Körper, welcher vorne in einen langen, dünnen Mündungskragen ausläuft, hinten flach abgestutzt abschliesst. Der hiebei gebildete kantige Rand des hinteren Endes lässt die Leisten, welche auf der Fläche des Gehäuses bis zu halber Höhe emporsteigen, als zarte Knoten vorstehen. Die Schalenoberfläche ist durchaus matt porös, der Kragen trägt gegen die Mündung einige Gewindegänge. Das Gehäuse kommt auch etwas gebogen, feinzottig vor. Ein entosolener Schlauch ist gleichfalls zu bemerken. Die Länge des Gehäuses beträgt ungefähr $0._{30}$ Millimeter bei $0._{20}$ Breite.

Die von Brady als synonym bezeichneten Oolina punctata und striatula aus dem Ortenburger Miocän sind derber in der Schale und haben grössere Poren.

Lagena striatopunctata Parker u. Jones.

(Taf. X. 35. 36. 44—46.) Brady 468.

Nach Brady findet sich diese im Tertiär beginnende Art lebend in Tiefen bis zu 5200 Meter in der Arktischen See, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Von zwei gefundenen Exemplaren ist das eine — von Station 66 — flaschenförmig, vorne kugelförmig verengt zum Mündungshalse, die Seiten des Umrisses fallen gerade ab von vorne nach hinten, am hinteren Ende ist die Rundung fast eben abgestutzt. Die Fläche des im Querschnitt runden Gehäuses trägt vereinzelnte Leisten, auf deren Rücken sich Poren befinden. Die Länge des Gehäuses beträgt $0._{18}$ Millimeter, die Breite $0._{07}$. zwischen den Leisten sind glatte Furchen.

Das andre Exemplar, ist seitlich etwas flach, vorne verengt zu einem Kegel, ebenso nach hinten etwas kantig verschmälert. Ueber die Schale laufen von vorne nach rückwärts Leistchen, welche von Poren durchlöchert sind.



Lagena Feildeniana H. B. Brady.

(Taf. X. 100.) Brady 469.

Brady gibt als Fundstätten die Bai von Dublin, Cap Frazer im 79⁰ 45 Nordbreite, die Südsee, den nördlichen Stillen, den südlichen Atlantischen Ocean mit Tiefen von 150 bis zu 4500 Meter an.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das Gehäuse ist sehr zierlich, hat $0._{23}$ Millimeter Länge, die Gestalt einer gebogenen, nach vorne sich verdünnenden, hinten spitzeiförmig abgerundeten Spindel, endet vorne als enger Kragen. Der Querschnitt ist rund, die Oberfläche trägt zarte Längsleisten, auf welchen verhältnissmässig kräftige Poren sich zeigen.

Lagena gracilis Williamson.

(Taf. X. 25. 33. 49.) Brady 464.

Nach Brady beginnt diese Art in der Kreide und findet sich lebend bis zu 5000 Meter in allen Meeren.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.; zwischen Fidschi u. Südamerika St. 142 — 3650 M. selt.

Diese Art ist von L. striata nur unterschieden durch stärkere, nicht so zahlreiche Leisten auf der Oberfläche. Der Schalenkörper ist oval im Umriss, rund im Querschnitt und am Querschnittrande treten die Längsleisten etwas hervor. Nach vorne geht die Schale in einen kürzeren oder auch verlängerten Kragen über, nach hinten schliesst sie als Abrundung oder mit einer Spitze. Die Länge des Gehäuses schwankt zwischen $0._{10}$—$0._{40}$ Millimeter.

Lagena sulcata Parker und Jones.

(Taf. X. 73.) Brady 462.

Brady fasst eine grosse Zahl ähnlicher, aber verschieden benannter Formen unter diesem Namen zusammen. Unter diesem weiteren Artbegriff geht L. sulcata bis in den Lias zurück und findet sich lebend in allen Breitegraden und Meeren bis zu 5000 Meter Tiefe.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige; Fidschi St. 130 — 1655 M. selten.

Die Schale ist kugelförmig oder cylindrisch, läuft vorne in einen mehr oder weniger langen Kragen aus, welcher in der Regel einen Lippenwulst trägt. Nach hinten ist die Schale abgestumpft oder gerundet, auch mit einem Endstachel versehen. Das Eigenthümliche dieser Art ist die Verzierung der Schale mit kräftigen, kantigen Längsleisten, deren Zwischenfurchen breiter sind als die Leisten. Der Schalenquerdurchschnitt ist rund und lässt die Leistenkanten am Umriss deutlich hervorstehen. Die Höhe kurzer Schalen hat $0._{12}$ Millimeter bei $0._{09}$ Breite, bei längeren Gehäusen beträgt die Länge $0._{26}$, die Breite $0._{13}$ Millimeter.

Lagena (sulcata) interrupta Williamson.

(Taf. X. 32.) Brady 463.

Brady gibt für diese Variation von L. sulcata dieselbe Verbreitung an, in welcher L. sulcata getroffen wird.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selten.

Das Gehäuse hat $0._{25}$ Millimeter Länge und $0._{09}$ Breite, hat Birnform mit gerundeter Abstutzung am hinteren Ende und eine gleichmässige Verlängerung in einen gestreckten Mündungskanal, welcher die Hälfte der ganzen Schalenlänge einnimmt. Die bauchige Schale trägt Längskanten, welche vorne am Bauche beginnen und am hinteren Schalenende als kurze Knoten vorstehen. Zwischen diesen wenigen Leisten liegen in der Furchentiefe halb so hohe, welche nicht so lang und kräftig sind als die Hauptleisten. Am hinteren Schalenrande ragt aus der Schalenmitte noch ein kurzer Endstachel vor.

Lagena acuticosta Reuss.

(Taf. X. 80—84.) Brady 464.

Beginnt nach Brady schon in der Kreide, lebt vorzugsweise in Tiefwasser des nördlichen und südlichen Stillen Oceans.

Gazelle: Kerguelen St. 55 — 104 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Die Schale ist kräftig, erreicht fast einen halben Millimeter, hat birnförmigen Umriss, ist rund im Querschnitt. Vorne verengt sie sich zu einer zitzenförmigen Spitze, hinten rundet sie sich eiförmig. Die Oberfläche trägt kräftige Längsleisten, welche nicht ganz zur Spitze heran reichen. Von dem krausenartig abgegränzten Ring, welchen die vorderen Endigungen der Längsleisten bilden, setzt ein glatter Kegelaufsatz bis zur Mündung sich fort. Dieser Kegelaufsatz unterscheidet L. acuticosta am meisten von Lagena sulcata. Die Rippen sind zahlreicher oder wenigere, zwischen den Rippen schalten sich zuweilen auch schmälere ein. Der Mündungskegel schnürt sich zuweilen so stark ein, dass fast mehr eine Nodosaria als eine Lagena vorzuliegen scheint.

Lagena plumigera Brady.

(Taf. X. 37. 38.) Brady 465.

Kommt nach Brady als Varietät von L. sulcata vor in tiefer See bis zu 4200 Meter bei Cap Verden und im Stillen Ocean.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Bei $0._{25}$ Millimeter Länge und $0._{10}$ Breite hat die Schale eine Flaschenform, welche mit dünnem Halse beginnt, sich gleichmässig gegen die Mitte zu ausbreitet, im Querschnitt rund ist, in halber Höhe der Schale die stärkste Breite hat, am hinteren Ende flach abgestutzt erscheint, dabei aber Längsleisten hervorstehen lässt, so dass dieselben über die Schale hinweglaufen. Diese Längsleisten stehen nicht dicht, zeichnen sich aus durch radial zur Schalenmitte gerichtete Zahnzacken, wodurch die einzelnen Leisten gleichsam wie gefiedert aussehen. Bei den vorliegenden Gehäusen sind die Leisten nicht so hoch, als sie in Brady's Zeichnung dargestellt sind.

Lagena tortilis nov. spec.

(Taf. X. 61—63.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist flaschenförmig im Umriss, hat eine kragenartige Verlängerung nach vorne. Der Körper hat Birngestalt, endet nach unten bouteillenförmig mit gerundetem Rande. Aber die trichterförmige Basis der Flasche stülpt sich nicht nach innen um, sondern ragt nach aussen als abgestutzter Kegel vor. Das Eigenthümliche dieser nur in einem Exemplar gefundenen Species beruht in der Verzierung der Oberfläche. Schon am Mündungskragen läuft wie ein Schraubengewinde eine kantig vorspringende Leistenreihe etwas schräg von vorne nach hinten. Ueber den Schalenkörper weg setzt dieses Gewinde in gleichfalls schräg von oben nach unten weglaufenden Leisten fort. In der am unteren Ende vorspringenden Kegelhaube sieht man die Leisten in der Mitte des hintersten Endes zusammenlaufen. Die Schale hat $0._{29}$ Millimeter Gesammthöhe bei $0._{13}$ Breite.

Lagena gracillima Sequenza.

(Taf. X. 12.) Brady 456.

Nach Brady beginnt diese Art im Miocän und findet sich lebend in allen Breitegraden vom Aestuarien-Seichtwasser bis zu 4200 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 67 — 347 M. selt.; Neuamsterdam St. 59a — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 87b — 1187 M. selten, St. 90 — 359 M. selt.; Galewostrasse St. 101a — 3 M. selt.

Die Schale ist eine im Querschnitt runde Spindel, welche einen ovalen oder rundlichen dickeren Körper darstellt, dessen vordere und hintere Endigung in eine dünne Röhre ausläuft. Weder vorne noch hinten ist das Röhrenende geschlossen. Die zarte Schale hat weder Leisten noch Rinnen, ist auf der Oberfläche glatt oder sehr fein und dicht porös. Die Länge der Schale schwankt zwischen $0._{15}$ und $0._{50}$ Millimeter.

Lagena distoma Parker und Jones.

(Taf. X. 13.) Brady 461.

Beginnt nach Brady im Pliocän, wurde bis zu 3600 Meter Tiefe im nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Meer, in der Südsee angetroffen.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Brady vereinigt unter dieser Bezeichnung die gestreiften Formen von L. gracillima nnd elongata. Das Gehäuse hat einen spindelförmigen Körper mit einer röhrenartigen Verlängerung nach vorne und nach hinten. Der Querschnitt ist rund. Die Schale erreicht bei $0._{45}$ Millimeter Gesammtlänge eine Breite des Körpers von $0._{07}$ Millimeter. Die Oberfläche ist mit zarten, dicht stehenden Längsfurchen besetzt, deren Zwischenleisten so schwach sind, dass sie im Umriss des Querschnitts nicht bemerkbar werden. Bei stärkerer Vergrösserung erscheint die Schale sehr fein porös und steht L. elongata näher. Es finden sich aber häufiger nicht so dicht stehende, schwach erhabene, weitere Zwischenfurchen zwischen sich lassende Längsleisten. Letztere Form ist die ächte L. distoma.

Die Mündung ist nach vorne und hinten in dem Ende der sich röhrenartig verengenden Schale.

Lagena elongata Ehrenberg.

(Taf. X. 14.) Brady 457.

Nach Brady beginnt diese Art im Lias von England und Frankreich, findet sich in der Kreide des Antilibanon, lebt in Gesellschaft von Lag. gracillima im nördlichen Atlantischen und südlichen Stillen Ocean in Tiefen von 55 bis 2000 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist eine schlanke Röhre von gleicher Dicke, rundem Querschnitt, verengt sich nach vorne sowie nach rückwärts zu einer Kegelspitze, deren Ende offen ist. Die Eigenthümlichkeit der Art ist die kerzenförmige Gestalt und eine zarte, dichte Porenbesetzung. wobei die Poren in parallelen Reihen entlang der Schale stehen, so dass sie zarte Längsleisten zu bilden scheinen. Die Schale hat $0._{40}$ Millimeter Länge und $0._{06}$ Breite.

Lagena (Fissurina) laevigata Reuss.

(Taf. X. 64. 65.) Reuss, Neue Foraminiferen aus den Schichten des Oesterreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Nach Brady beginnt diese Art in der Kreide, findet sich lebend in allen Meeren bis zu 5500 Meter Tiefe.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. selt., St. 55a — 104 M. selt.; westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Timor St. 95b — 4075 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi St. 127 — 3200 M. selt.

Die Schale erreicht $0._{35}$ Millimeter Höhe, ist im Umriss taschenförmig, auf beiden

Seiten flach gewölbt, am Rande rundlich gekielt. Die hintere Hälfte der Schale ist breiter als die vordere, das hintere Ende rundet sich oval, das vordere verengt sich zu einem stumpfen Schnabel. Dieser birgt die parallel zum Kielrande gelagerte Schlitzmündung, welche zuweilen als Tubus nach innen in den Schalenhohlraum sich fortsetzt. Die Schalenoberfläche ist glatt oder matt.

Lagena compressa nov. sp.

(Taf. X. 1. 2.)

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selten.

Das Gehäuse ist ein stark verlängertes Oval, welches auf beiden Seiten etwas flach gewölbt, am Rande eiformig, am vorderen und hinteren Ende stumpf gerundet ist. Die Schale ist glasdurchsichtig, die Mündung, am vorderen Ende, setzt als Tubus in den Schalenhohlraum fort. Die Oberfläche ist glatt. Die Länge des Gehäuses erreicht $0._{25}$ Millimeter.

Lagena quadrata Williamson.

(Taf. X. 78. 79.) Brady 475.

Beginnt nach Brady im Miocän, findet sich in beiden Hemisphären bis zu 280 Meter Tiefe, liebt grössere Tiefen nicht.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M.; Fidschiinseln St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse hat bei $0._{075}$ Millimeter Höhe $0._{035}$ Breite, ist flach, im Umriss quadratisch mit Abrundung der Ecken. Die Schale ist durchsichtig, führt einen inneren Schlauch, welcher zuweilen von der Oeffnung bis zum hinteren inneren Schalenrande reicht. Kielschneide oder Flügel fehlen, auch ist die Oeffnung nicht mit vorragenden Mündungslippen besetzt, stimmt nur im Umriss mit Brady's Zeichnung Figur 16.

Exemplare von Fidschi-Inseln und von Westafrika sind $0._{17}$ Millimeter hoch und halb so breit, flach, auf der Oberfläche matt von zarten dichtstehenden Poren, haben taschenförmigen Umriss, sind vorne zu einer stumpfen Schnauze verengt, hinten breit abgerundet.

Lagena (Fissurina) staphyllearea Schwager.

(Taf. X. 50. 51. 99.) Schwager, fossile Foraminiferen von Kar Nikobar.

Dieser von Schwager aus dem Pliocän beschriebenen Art werden von Brady ähnliche Formen aus Tiefen von 4000 bis 5000 Meter aus dem nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen Oceans, auch aus geringen Tiefen der Südsee und des südlichen Stillen Meeres zugetheilt.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 55a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Die Gehäuse sind meist sehr klein, $0._{10}$ Millimeter und weniger hoch, in der Regel nicht ganz so breit, doch kommen einzeln auch grössere Exemplare, bis zu $0._{36}$ Millimeter, vor. Der Umriss ist taschenförmig, die Schale verengt sich nach vorne zu einer mehr oder weniger breiten, aber stumfgerundeten Schnauze. Hinten ist die Schale im Umriss gerundet oder fast eben. Die Seiten sind wenig gewölbt, etwas mehr hinter der halben Schalenhöhe. Rings um die Schale ist der zu einem Kiel verengte Rand ungleich mit zackigen Vorsprüngen besetzt, welche an den beiden hinteren Ecken bei normal ausgestalteten Exemplaren zu zwei Eckstacheln sich ausbilden. An manchen Gehäusen sieht man den Mündungskanal tief in die Schalenhöhlung einragen. Die Mündung ist ein Schlitz am Ende der Schnauze in der Richtung des Kieles. Die Schalenoberfläche trägt zarte Haare und Stachelchen.

Lagena longispina Brady.

(Taf. X. 76. 77.) Brady 454.

Brady bezeichnet die stacheltragenden Lagenen als Tiefwasserformen, welche bis zu 4550 Meter Tiefe in allen Meeren vorkommen.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; östl. v. Australien St. 116 — 951 M. selt.

Brady's Artbeschreibung gestattet einen ziemlich weiten Spielraum, insoferne die Form kugelig oder birnförmig, rund oder seitlich zusammengedrückt erscheint. Nach vorne ist die Schale nur wenig in eine breite Schnauze verlängert, die Mündung setzt sich nach innen in einen langen Tubus fort. Die Rundung des hinteren Endes der einfachsten Form ist geziert mit zwei ziemlich langen symmetrisch gestellten Stacheln. Die Oberfläche trägt Spuren einer kurzstacheligen Dornenbesetzung, oder ist porös. Die Schalengrösse beträgt $0._{10}$—$0._{50}$ Millimeter.

Grosse Exemplare tragen am hinteren Drittheil der Schale lange, weit abstehende, gerade gestreckte Stachel verschiedener Länge und in unsymmetrischer Nebeneinanderstellung.

Lagena acuta Reuss.

(Taf. X. 74. 75.) Brady 474.

Brady bezeichnet für das fossile wie lebende Vorkommen dieser Art den gleichen Horizont wie für L. laevigata.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Fidschiinseln St. 127 — 3200 M. selt.

Lagena acuta ist eine L. laevigata mit Spitze nach rückwärts. Der Umriss ist bald etwas rundlich breit, bald mehr oval, die Seitenflächen sind mässig gewölbt, der Rand ist ein schwach kantiger Kiel, das vordere Ende eine mehr oder minder breite Schnauze. Hinten läuft der Rand in eine Spitze aus. Die entosolene Einstülpung der Mündung ist zuweilen erhalten. Die Oberfläche der Schale ist glatt bis feinzottig matt, der Kielsaum ist zuweilen unregelmässig gerandet, auch nur als stumpfe Kante vorhanden.

Lagena marginata Walker. Boys.

(Taf. X. 20. 66. 67. 96. 97.) Brady 476.

Beginnt nach Brady im Kreidekalk, ist lebend bis zu 5600 Meter Tiefe aus allen Meeren von einem Pol zum andern bekannt.

Gazelle: Kerguelen St. 55a — 104 M. mehrf.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.; Fidschiinseln St. 127 — 3200 M. einige, St. 130 — 1655 M. selten.

Rundlicher bis ovaler Umriss mit mässig bauchigen Flächen, kantigem Kiel, die in einer Schnauzenverlängerung nach vorne gebogene Mündung, deren röhrenartige Verlängerung nach innen in der Regel erhalten ist und tief in das Innere ragt, eine glatte oder feinzottige Oberfläche der Schalenwölbungen bis zum Kielsaum, sind die festen Merkmale der Art. Die Schalenhöhe wechselt von $0._{15}$—$0._{35}$ Millimeter. Der Kiel setzt sich aus der Mündungsschnauze fort und läuft rund um den Rand der Schale als stumpfe oder schneidige Kante. Hinten entwickelt sich eine schwache Einsenkung mit zwei Buckeln seitlich, oder auch eine mittlere, stumpfe Herzspitze.

Lagena semimarginata Reuss.

(Taf. X. 70.) Brady 477.

Fossil aus dem Septarienthon bekannt, findet sich nach Brady diese Art in Tiefen von 100 bis 4500 Meter bei der Edwards und Heard-Insel und mitten im Atlantischen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Kerguelen St. 35 — 104 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; Westl. Australien St. 87b — 1187 M. einige; Fidschiinseln St. 129 — 2432 M. selten.

Die Umrisslinien sind sehr verschieden. Das Gehäuse erreicht $0._{25}$ Millimeter Höhe,

ist häufig kleiner, hat eine verlängerte Taschenform und zeichnet sich aus durch einen Kiel, welcher mehr die hintere Hälfte, nicht wie bei L. marginata den ganzen Umriss umsäumt. Der Kiel selbst verengt sich gegen den Rand mehr oder weniger scharfkantig. Die Schale bildet nach vorne eine schmälere oder breitere Schnauze, in welcher die Schlitzmündung sitzt.

Lagena fimbriata H. B. Brady.

(Taf. X. 15. 16.) Brady 486.

Ist nach Brady in Tiefen von 1140 bis 4200 Meter an nur wenigen Stellen des nördlichen und des südlichen Stillen, des nördlichen Atlantischen Oceans und der Südsee angetroffen worden.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selten.

Das Gehäuse hat $0._{20}$ Millimeter Höhe bei $0._{17}$ Breite, ist im Umriss in halber Höhe gerundet, vorne verengt zu einer abgeebneten Mündungsschnauze, ringsum mit breitem Kiel umsäumt, welcher nach hinten sich erweitert und stachelförmige Auswüchse und kantige Krausenfalten entwickelt. Seitlich ist die Schale ziemlich flach, der Kiel schneidend. Von der Endigung vorne läuft die Oeffnung in einen schlauchförmigen Kanal aus, welcher im Schalenraum sich einbiegt.

Lagena Orbignyana Sequenza.

(Taf. X. 89—91.) Brady 484.

Brady vereinigt mehrere Arten aus der Gruppe der gerandeten Lagenen und führt deren fossile Repräsentanten in das Eocän zurück. Lebend bezeichnet Brady die Art als weltverbreitet vom Strand bis zu 5500 Meter Tiefe.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Kergulen St. 55 a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 — 1485 M. einige; westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selten, 87 b — 1187 M. selten, St. 90 — 359 M. mehrf.; Fidschi St. 130 — 1655 M. selt.; zwichen Fidschi und Südamerika St. 140 — 5066 M. selt.

Das Eigenthümliche dieser Art besteht in der dreikantigen Randrippe, welche das Gehäuse ringsum einschliesst. Die Form des Umrisses ist mehr oder weniger taschenförmig, vorne zu einer Schnauze verengt, hinten gerundet breit oder selbst in zwei Ecken, auch in eine Stumpfspitze endend. Beide Seiten sind convex, der Rand wird von einem Kiel umsäumt, welcher in seiner Mitte eine Kante hat. Dieser Kante parallel erhöht sich die Abgränzung des Kieles gegen die Fläche des Gehäuses jederseits wieder zu einer Seitenkante, so dass in der Randansicht drei Kanten sichtbar werden. Die Mündung ist die einer Fissurina. Die Oberfläche ist matt, hebt sich vom durchscheinenden Kiel etwas ab. Die Schale ist in verschiedener Abweichung nach der Länge und Umrissform unbeständig, die Höhe $0._{15}$—$0._{50}$ Millimeter.

Lagena castrensis Schwager.

(Taf. X. 71—72.) Schwager — fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. 1866.

Von Schwager aus dem Pliocän der Nikobaren beschrieben kommt diese Art nach Brady lebend vor in der Torresstrasse, südlich von Japan, bei Java, dann bei Irland in Tiefen von 13 bis 1900 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.

Die von Brady als Varietät der L. Orbignyana betrachtete Art hat bei $0._{10}$ Millimeter Länge und $0._{08}$ Breite einen ovalen Umriss, ist seitlich etwas flach, so dass der Querschnitt gleichfalls ein Oval darstellt. Die Mündungsverlängerung ist am vorderen Ende nur wenig ausgebildet als breite Schnauze. Am Seitenrande befindet sich ein kräftiger, saumkantiger Kiel, welcher als verhältnissmässig breites Band die ganze Schale umfasst. Die Oberfläche der Schale ist matt und trägt Knöpfchen, welche in symmetrischen Reihen stehen. Schwagers Grössenangabe für diese Art wird von den vorliegenden Exemplaren



nicht erreicht, denn dort sind $0._5$ Millimeter als mittlere Grösse bezeichnet, während die vorliegenden Schalen $0._{11}$ Millimeter in der Höhe nicht übersteigen. Diese Kleinheit verhindert wohl auch das Bemerken der Querlinien in den Längsfurchen des Kieles.

Die Schale erscheint in durchfallendem Lichte hellbraun gefärbt.

Lagena (Entosolenia) perforata Moebius.

(Taf. X. 17. 18.) Moebius — Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. 1880.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101a — 55 M. selten.

Moebius beschreibt unter diesem Namen eine Lagena, welche, im Umriss eiförmig, sich vorne zu einer kurzen Schnauze verengt, auf dem Rande mit einem Kiel gesäumt ist und auf der Schale Poren von $0._{0045}$ Millimeter Weite trägt.

Die Seitenflächen sind etwas gewölbt, das vordere Ende ist nicht immer Schauze, erscheint auch als kurzer Flaschenkragen. Das hintere Ende ist zuweilen eingebuchtet.

Charakteristisch sind die scharfrandigen, verhältnissmässig mittelgrossen, sehr regelmässigen Abstand haltenden Poren, welche die Oberfläche der Seiten bedecken.

Der entosolene Schlauch ist nicht immer zu erkennen. Die Höhe des Gehäuses erreicht ungefähr $0._{17}$ Millimeter bei $0._{10}$ Breite.

Lagena costulata n. sp.

(Taf. X. 40. 41.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Fidschiinseln St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse ist $0._{20}$ Millimeter hoch, $0._{15}$ breit, ziemlich flach, im Umriss gerundet, verengt sich vorne zu einer Schnauze, in welcher der Mündungsschlitz liegt. Der Kiel ist sehr kräftig, läuft mit drei Kanten um die Schale. Das hintere Ende der Schale ist vollkommen rund, die Wölbung der Seiten ist gleichmässig, fällt allmählig von der Schalenmitte gegen den Rand ab. Die Oberfläche trägt längliche Leistchen, welche über die sonst glatte Schale sich frei erheben, wohl von vorne nach hinten symmetrisch gereiht und in gleichen Abständen verlaufen, dabei aber nicht über die ganze Schalenlänge fortsetzen, sondern bei ungleicher Länge verschiedentlich unterbrochen sind. Brady's Zeichnung von L. variata hat ähnliche Rillen, das Gehäuse der L. costulata steht im Bau aber mehr im Einklang mit L. castrensis.

Lagena Wrightiana H. B. Brady.

(Taf. X. 42. 43.) Brady 482.

Wurde bei der Challengerfahrt bei der Admiralsinsel Naresharbour im Ankerschlamm in 67 Meter Tiefe angetroffen.

Gazelle: Mauritius St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse sieht wie eine kleine L. staphyllearea aus, hat eine Taschenform, ist im Umriss vorne etwas verengt, hinten breiter und breit oval gerundet. Der Schalenkörper ist etwas abgeflacht auf beiden Seiten, die Wölbungen sind beiderseits unterhalb der halben Schalenhöhe etwas beträchtlicher. In der Kielansicht erscheint die Schale birnförmig, der Kiel, welcher als scharfe Kante von geringer Breite den ganzen Umfang der Schale umfasst, ragt am hinteren Ende als zarte Mittelschneide vor. Die vordere Endigung der Schale trägt die Mündungsschnauze. Im durchfallenden Lichte sieht man den Mündungskanal entosolen in die Höhlung der Schale ragen. Das Gehäuse misst nur $0._{10}$ Millimeter Höhe und $0._{07}$ Breite. Charakteristisch ist die Verzierung der Schalenoberfläche. Zwischen Längsfurchen gehen, nicht sehr dicht stehend, parallele Kanten

vom hinteren Schalenende über die Schale noch vorne, werden in der Schalenwölbung unterbrochen und setzen gegen den Hals wieder fort.

Lagena bicornuta nov. spec.

(Taf. X. 92. 93.)

Gazelle: Zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar hat $0._{18}$ Millimeter Länge, $0._{07}$ Breite, ist im Umriss flaschenförmig, auf beiden Seiten etwas flach gewölbt, der Rand bildet einen stumpfkantigen Kiel. Der Schalenkörper ist ein Oval, welches vorne in einen dünnen Kragen ausläuft, in welchem die Mündungsröhre liegt. Hinten endet die Schale in zwei stumpfe Hörner, welche symmetrisch am Schalenrande zu beiden Seiten vorragen. Die Oberfläche ist rauh, mit unregelmässigen Grubenrändern bedeckt, welche, Poren umschliessend, auf der Oberfläche emporragen. Die Schale erscheint nach innen im durchfallenden Lichte zugleich wie bei Lagena hexagona in Felder getheilt, deren Ränder in sechseckigen Linien sich begränzen. Die Schale gewinnt dadurch den Charakter der Gruppe von Lagena favoso-punctata und der Lagena hexagona, während die Eckknoten diese Form den Flügellagenen näher rücken.

Lagena ungula n. sp.

(Taf. X. 52. 53.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Ein hufeisenförmiges, höchst zierliches Gehäuse von $0._{08}$ Millimeter Höhe und Breite, aus der Gruppe der Lagena formosa. Sehr ähnlich der Lagena formosa var. brevis Brady ist diese Form ausgezeichnet durch ihre Huf-Gestalt. Sie ist flach, läuft zu beiden Seiten in vorstehende Randflügel aus, welche, vorne etwas breiter, sich verlieren in den Randecken des Umrisses. Die vordere sowie die hintere Umrisslinie ist eingebuchtet, die vordere Bucht birgt den frei stehenden Mündungskragen. Die Fläche des Schalenkörpers trägt einen hufeisenförmigen Ring, dessen zwei hintere Enden in den Umrissecken auslaufen, während die Rundung vorne geschlossen ist. Dieses Hufeisen ist durchscheinend und zeigt radial gestellte Poren-Kanälchen.

Von Lag. formosa brevis Brady unterscheidet insbesondere die vordere und hintere Einbuchtung. Die Schalenskulptur ist sehr ähnlich.

Lagena lagenoides Williamson.

(Taf. X. 85.) Brady 479.

Beginnt nach Brady im Tertiär, lebt bis zur Tiefe von 3750 Meter im südlichen Stillen, im nördlichen und südlichen Atlantischen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das Gehäuse misst $0._{10}—0._{50}$ Millimeter in Länge, ist seitlich etwas zusammengedrückt, aber convex auf beiden Flächen. Die ovale Umrissform geht vorne in einen dünnen Kragen über, welcher eine gerandete Oeffnung trägt, der Umriss ist hinten zuweilen eingedrückt. Der Kiel umfasst von der Mündung aus die ganze Schale in verschiedener Breite. Die Schale ist im Körper bauchig, gegen den Kiel durch einen zuweilen gekörnelten Saum deutlich abgegränzt. Der Kiel ist von dem Schalenkörper aus dick, verschmälert sich zur Kante gegen die Mündung zu. In dem Kiel sieht man bei günstigem Lichtfall, namentlich im durchfallenden Lichte, feine radiale Röhrchen. Bei stärkerer Vergrösserung nimmt man auf der Kielfläche des hinteren Schalentheiles einzeln stehende Knötchen wahr. Die Mündung ragt als Schlauch nach innen in den hohlen Schalenkörper zurück.



Lagena lagenoides-tenuistriata Brady.

(Taf. X. 94. 95.) Brady 479.

Nach Brady aufgefunden in dem nördlichen und südlichen Atlantischen Ocean in 1160 und 3700 Meter Tiefe, auch als Begleiter von L. lagenoides.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.

Bei $0._{20}$ Millimeter Höhe und $0._{08}$ Breite ist das flaschenförmige Gehäuse ziemlich flach, im Umriss verlängert oval, endet hinten gerundet, läuft vorne in einen kurzen Kragen aus, welcher einen schwachen Lippenring trägt. In diesem Kragen sitzt die Mündung, welche sich als enger Schlauch nach dem Innern fortsetzt. Der Seitenrand ist von einem schmalen Kiel umsäumt, die Schalenoberfläche trägt Längsfurchen, welche nur gegen das hintere Ende deutlicher entwickelt erscheinen.

Lagena trigono-marginata Parker, Jones.

(Taf. X. 54. 55.) Brady 482.

Beginnt nach Brady im Eocän, vielleicht sogar im Lias (Oolina trigonula Terquem). Wurde von der Challengerexpedition in 4200 Meter Tiefe im nördlichen Stillen Ocean, in 285 Meter Tiefe bei Raine-Island in der Torresstrasse angetroffen. Die Porcupina hat diese Art um Irland an mehreren Fundstellen constatirt.

Gazelle: Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.

Bei $0._{11}$ Millimeter Höhe und $0._{10}$ Breite ist das Gehäuse im Umriss tropfenförmig, nach vorne verengt, am hinteren Ende abgestumpft, sogar eingedrückt. Die Querschnittsform ist dreieckig. Auf den Seiten zeigt sich die Schale kielrandig abgegränzt und bietet drei Seitenflächen. Zwei Flächen sind kleiner, in der Mitte schwach gewölbt, eine Fläche, die dritte, ist breiter, sozusagen ganz, während die beiden anderen Flächen zwei Hälften einer in der Mitte durch eine Längskante getrennten grösseren Fläche darstellen. Die Oberfläche ist glatt, die Mündung sitzt am vorderen Ende.

Glandulina d'Orbigny.

Brady vereinigt diese Unterart der Lageniden vollständig mit Nodosaria.

Die wenigen in den Gazelle-Proben aufgefundenen Exemplare tragen für sich das Charakteristische an sich, dass sie aus mehreren Kammern in gerade gestreckter Aufeinanderfolge sich aufbauen. Die Kammern trennen sich in horizontaler Abscheidung, nehmen ungleich rasch an Wachsthum zu, die letzteren Kammern übertreffen an Umfang und Höhe die vorausgegangenen, namentlich die ersteren bedeutend.

Glandulina laevigata d'Orbigny.

(Taf. XI. 31.) d'Orbigny, Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

d'Orbigny beschreibt diese Art als fossil aus dem Wiener- und Italienischen Tertiär, als lebend aus dem Adriatischen Meere.

Brady fasst diese und zahlreiche verschiedene andere Formen als Abarten der einen Grundform unter diesem Namen zusammen und stellt auch aus der Kreide bekannte Arten hier als Varietäten ein.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das einzige in Station 87 b gefundene Exemplar stimmt in der Figur mit Brady's Abbildung LXI, Figur 22, ist $0._{27}$ Millimeter hoch, $0._{14}$ breit, hat runden Querschnitt, verengt sich nach vorne zur Strahlenmündung, hat rückwärts eine spitze Verlängerung. Die letzte Kammer nimmt in der Gestalt eines Eies, welches nach vorne sich mehr verengt, fast die ganze Schale ein. Von den vorhergehenden Kammern sind unbedeutende, auf der Ausgangskammer sich auflagernde Ringe sichtbar, die Anfangskammer selbst



läuft nach unten spitz aus. Die Oberfläche des Gehäuses ist glatt, die Kammereinschnitte sind kaum zu unterscheiden.

Glandulina ovula d'Orbigny.

(Taf. XI. 30. 55.) d'Orbigny, Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. (Nodosaria laevigata d'Orbigny, Tableau méthodique des Céphalopodes.)

Auch diese Form wird von Brady mit Gl. laevigata vereinigt. d'Orbigny beschreibt sie aus dem Miocän von Kahlenberg und Nussdorf bei Wien.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das zierliche Gehäuse hat $0._{15}$ Millimeter Höhe und $0._{06}$ Breite, ist im Umriss eine in der Mitte verdickte, an den Enden vorne und rückwärts verengte Spindel mit rundem Querschnitt. Mit einer knopfförmigen Anfangskammer beginnend, setzt das Gehäuse sechs Kammern übereinander, welche bei durchfallendem Lichte mit ihrem vorderen Theile in die folgende Kammer hineinragen. Die letzte Kammer reicht von vorne nach hinten etwas über die Mitte. Die ersteren Kammern trennen sich durch horizontale Scheidelinien ab. Die Mündung sitzt am Ende der letzten Kammer als Kanalöffnung.

Eine schlanke Form (Fig. 55) weicht darin ab, dass die hintere Endigung des Gehäuses in eine Spitze ausläuft. Letztere Form vermittelt Glandulina laevigata und ovula.

Glandulina discreta Reuss.

(Taf. XI. 27.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Ungefähr einen Millimeter lang zeigt das ganz wenig seitlich gebogene Gehäuse zwei verschieden dicke Theile. Drei Viertheile der Schalenlänge werden von drei Kammern eingenommen, welche zum Theil gleich hoch, durch horizontale Einschnürungen getrennt werden. Die letzte dieser drei Kammern verengt sich vorne zu einem zitzenförmigen Strahlenkranze. Diese eine Abtheilung hat Kammern, welche in der Breite unter sich gleich sind. Das erste Viertheil des Gehäuses, die ersteren Kammern, sind niedrig, breiter als hoch, und sind überhaupt bedeutend schmäler, als die drei letzten Kammern. Das hintere, von der Anfangskammer gebildete Ende ist rundlich, ein hinterer Endstachel ist nicht vorhanden.

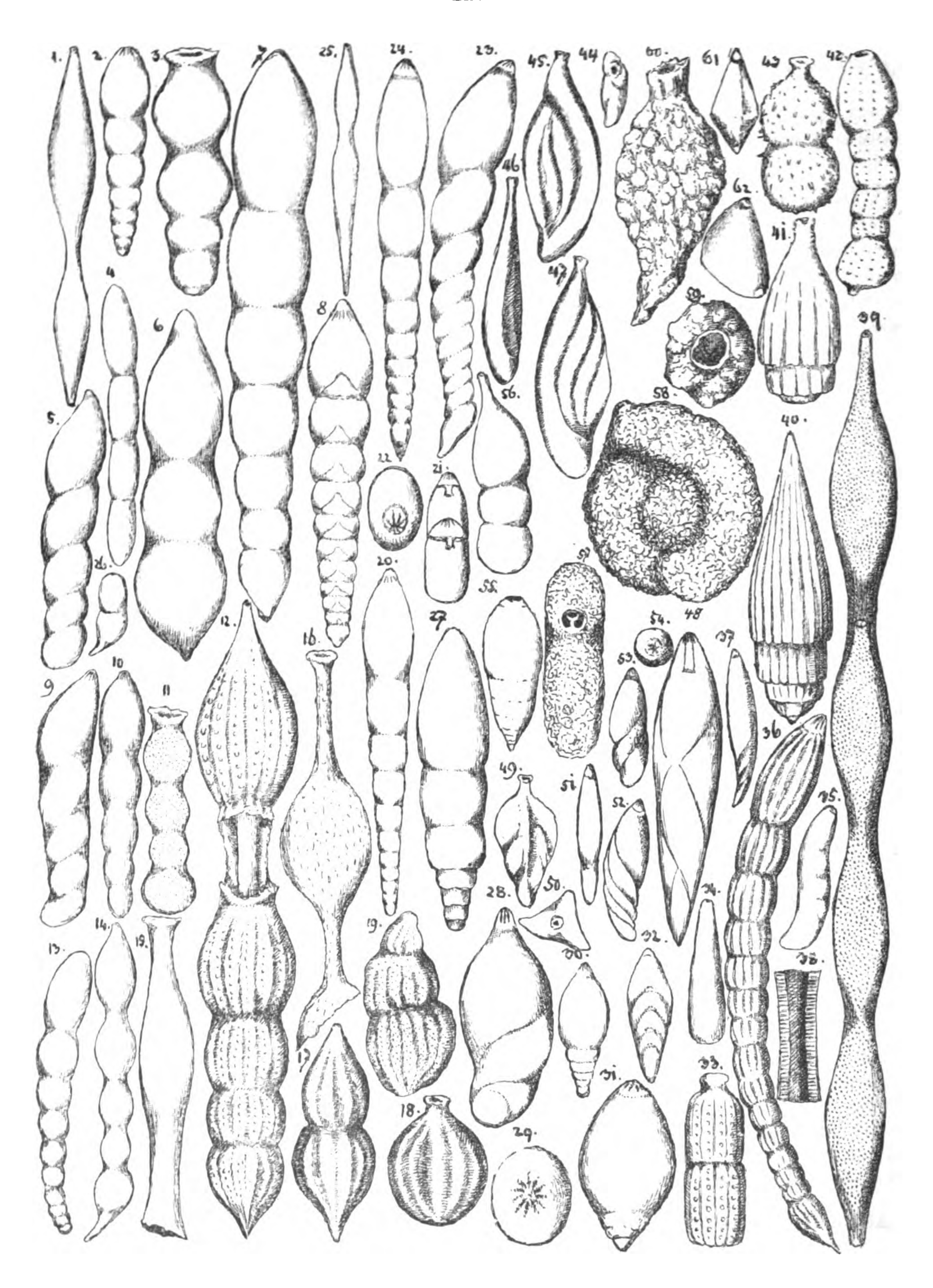
Nodosaria Lamarck.

Die geradlinigen Nodosarien werden mit den eingebogenen Dentalinen von Brady vereinigt, weil die Geradlinigkeit einerseits und die Einbiegung andererseits nicht immer eingehalten werden. Selbst die einfachsten Formen treten thatsächlich in Uebergängen zwischen Nodosaria und Dentalina auf.

Die Nodosarien sind in regelmässigen Reihen aneinandergefügte Kammern, welche aus einer kleinen Anfangskammer in fortschreitender Vergrösserung bald mehr in der Höhe zunehmen und langgestreckt fortwachsen, oder in kugeliger Ausbreitung mit tieferen oder seichteren Einschnürungen sich aneinanderschliessen. Die Einschnürungen sind entweder horizontal oder sigmoidal geformt. Die Oberfläche ist glatt, sehr fein porös, auch borstig oder mit Leisten geziert. Die Mündung ist eine Strahlenzitze oder auch eine Kragenöffnung.



XI



Tafel XI.

Fig. 1 Nodosaria Haueriana,
„ 2 „ consobrina,
„ 3 „ incerta,
„ 4 „ filiformis,
„ 5 Vaginulina legumen,
„ 6 Nosaria simplex,
„ 7 „ consobrina,
„ 8 Lingulina carinata von der Seite,
„ 9 Vaginulina legumen,
„ 10 „ „
„ 11 Nodos. abyssorum,
„ 12 „ intercellularis,
„ 13 „ consobrina,
„ 14 „ pyrula,
„ 15 „ „
„ 16 „ hispida,
„ 17 „ Ehrenbergiana,
„ 18 „ „
„ 19 Marginal. costata,
„ 20 Lingulina carinata von vorne,
„ 21 Nodosaria calomorpha,
„ 22 „ communis von oben,
„ 23 „ „ „ der Seite,
„ 24 „ „ vom Rande,
„ 25 „ Haueriana,
„ 26 „ calomorpha,
„ 27 Glandulina discreta,
„ 28 Marginalina glabra von der Seite,
„ 29 „ „ „ oben,
„ 30 Glandulina ovula,
„ 31 „ laevigata,
„ 32 Frondicularia spathulata,
„ 33 Nodosaria intercellularis,
„ 34 Vaginulina sigmoidea vom Rande,

Fig. 35 Vaginulina sigmoidea von der Seite,
„ 36 Nodos. vertebralis.
„ 37 „ mucronata,
„ 38 „ lagenifera, vergrösserter Längsschnitt eines Verbindungstheiles zwischen zwei Kammern,
„ 39 „ lagenifera von der Seite,
„ 40 „ scalaris,
„ 41 „ „
„ 42 „ perversa,
„ 43 „ setosa,
„ 44 Vaginulina patens von der Seite,
„ 45 „ „ „ „ „
„ 46 „ „ vom Rücken,
„ 47 „ „ von oben,
„ 48 Polymorphina acuta,
„ 49 Rhabdogonium tricarinatum von der Seite,
„ 50 Rhabdogonium tricarinatum von oben,
„ 51 Cristellaria crepidula, Jugendform, von vorne,
„ 52 Cristellaria crepidula, Jugendform, von der Seite,
„ 53 Polymorphina oblonga, Jugendform, von der Seite,
„ 54 Polymorphina oblonga von oben,
„ 55 Glandulina ovula,
„ 56 Nodosaria radicula,
„ 57 Spiroloculina arenaria von vorne,
„ 58 „ „ „ der Seite,
„ 59 Pelosina rotundata von oben,
„ 60 „ „ „ der Seite,
„ 61 Cristellaria variabilis von vorne,
„ 62 „ „ „ der Seite.

Nodosaria radicula Linné.

(Taf. XI. 56.) Brady 495.

Nach Brady findet sich diese Art, unter welcher er allerdings verschiedene ähnliche Arten mehrerer Autoren vereinigt, in der Arktischen See, im nördlichen und südlichen Atlantischen, im südlichen Stillen Ocean, im Adriatischen Meere vom Seichtwasser bis zu 4600 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat etwa $0._{40}$ Millimeter Länge, ist aus drei Kammern gebildet. Die erste Kammer endet hinten rund, ist etwas höher als die nächstfolgende. Die Schlusskammer hat mehr Länge als die vorhergehenden und endet in einen seitlich verlängerten Kragen. Die Kammern werden durch deutliche, aber nicht tiefe Einschnitte getrennt. Der Einschnitt zwischen vorletzter und letzter Kammer hat etwas schräge Richtung. Die mit Nodosar. glandulinoides Neugeboren übereinstimmende Form des Gehäuses tritt durch die seitliche Mündung, welche sich bei durchfallendem Lichte auch beobachten lässt an dem Spitzenende, mit welchem die vorletzte Kammer in die letzte hineinragt, näher an Marginulina. Nach Brady's Vorgang wird das einzige gefundene Exemplar hier eingestellt.

Nodosaria calomorpha Reuss.

(Taf. XI. 21. 26.) Brady 497.

Von Reuss aus dem norddeutschen Septarienthon beschrieben, findet diese Art sich in Tiefen von 10 bis 4000 Meter im nördlichen wie im südlichen Theile des Atlantischen Oceans, bei den Falkslands-, Ki-Inseln, den Philippinen, Kerguelen.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat bei $0._{10}$ bis $0._{20}$ Millimeter Länge die Form einer in der Mitte abgebundenen Wurst. Das Gehäuse endet, aus zwei Kammern gebildet, welche, länger als breit. im Querschnitt gerundet sind, hinten gerundet oder zu einer Stachelspitze ausgezogen. Das vordere Ende ist eine kegelförmige Mündungsschnauze. Die Schale ist sehr zart, lässt die Endigungsschnauze der ersten Kammer in der zweiten sammt dem nach dem Kammerinnern zurückgewendeten entosolenen Tubus ganz deutlich erkennen. Die Einschnürung zwischen beiden Kammern ist eine mässige. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Nodosaria filiformis d'Orbigny.

(Taf. XI. 4.) Brady 500.

Beginnt im Lias, lebt im nördlichen wie im südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans in Tiefen von 90 bis 850 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das nur aus 4 Gliedern bestehende Gehäuse hat $0._{45}$ Millimeter Länge. Die einzelnen Kammern messen $0._{09}$ bis $0._{14}$ Millimeter bei $0._{05}$ bis $0._{06}$ Millimeter Breite. Die Achsenneigung spricht für Dentalina. Die einzelnen Kammern sind schmalovale Walzen. Die letzte läuft in eine Zitze aus, in welcher die Mündung sitzt. Die Kammerabtrennungen sind nicht tief, aber deutlich, und in durchfallendem Lichte sieht man die Mundspitze der vorausgehenden Kammer in die nächstfolgende durch den Halsring der Abtrennung als stumpfe Schnauze hineinragen. Die Schale ist sehr zart, etwas matt auf der Oberfläche.

Die verhältnissmässig langen Kammern, welche sich bei fortschreitender Schalenentwicklung untereinander in Länge und Breite fast gleich bleiben, die ovale Rundung der Kammern ohne Ausbauchung in die Breite charakterisiren diese Art.

Nodosaria incerta Neugeboren.

(Taf. XI. 3.) Neugeboren — die Foraminiferen aus der Ordnung der Stichostegier von Ober-Lapugy. 1856.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das Gehäuse ist gerade gerichtet, hat bei $0._{34}$ Millimeter Länge vier Kammern, deren breiteste letzte $0._{12}$, deren schmalste erste $0._{08}$ Millimeter Breite hat. Die zwei ersten Kammern trennen sich wenig, die Scheidewand ist sichtbar, schneidet aber nicht ein. Die vorletzte und die letzte Kammer sind bauchig und werden von breiterer Furche der Scheidewand horizontal abgetrennt. Die erste Kammer schliesst als Kugel ab, die letzte Kammer sollte mit stumpfer Spitze enden, diese fehlt hier ganz und schliesst das Gehäuse vorne mit dem Halsabschnitt der letzten Kammer horizontal.

Nodosaria simplex Silvestri.

(Taf. XI. 6.) Brady 496.

Beginnt nach Brady im Tertiär und kommt bis zu 500 Meter Tiefe bei den Ki-Inseln und bei Neuseeland vor.

Gazelle: Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Das Gehäuse erreicht 1 Millimeter Länge, hat drei ungleiche Kammern. Die erste



ist kugelig und endet nach unten in einen kurzen Stachel. Die letzte Kammer verlängert sich nach vorne zu einem kurzen Oeffnungshals. Die mittlere Kammer ist kugelig, hat etwas breiteren Anschluss an die erstere Kammer, eine schmälere Abgränzung gegen die letzte Kammer. Die Oberfläche des Gehäuses ist glatt.

Nodosaria (Dentalina) consobrina d'Orbigny.

(Taf. XI. 2. 7. 13.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Nach Brady beginnt diese Art fossil in der Kreide, findet sich in den verschiedenen Tertiärschichten und lebt bis zu 2500 Meter Tiefe im nördlichen und südlichen Atlantischen, im südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Das Eigenthümliche dieser Art besteht in der allmähligen Zunahme der Kammern in Breite von der Anfangszelle bis zur letzten Kammer, der horizontalen Abgränzungslinie zwischen den einzelnen Kammern, in der ovalen Verschmälerung der Schlusskammer am vorderen Ende. Die Schale wächst bis zu einer Länge von 2 Millimetern an, die Breite bleibt verhältnissmässig. Die Achse des Gehäuses ist nicht immer gebogen, der Schalenbau bei schmäleren Exemplaren aus glasartig durchsichtigen, bei grösseren Gehäusen aus porzellanartig kräftigen undurchsichtigen Kammern gebildet. Die Oberfläche ist glatt. Die Zahl der Kammern ist 7—10. Das hintere Ende ist verschmälert, auch stachelig. Die stärkere Anschwellung der Anfangskammer, wie d'Orbigny sie abbildet, findet sich nicht immer.

Nodosaria lagenifera Neugeboren.

(Taf. XI. 38. 39.) Neugeboren: die Foraminiferen von Felsö-Lapugy. 1850.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das Gehäuse ist ungewöhnlich zierlich, hat ungefähr 2 Millimeter Länge, besteht aus vier Kammern, welche durch sehr dünne und ziemlich lange Krägen verbunden sind. Die Kammern sind im Querschnitt rund, sind gewölbt, hinter der Hälfte der Höhe etwas dicker und machen den Eindruck, als wären sie Lagena laevis, durch den langen Hals der Reihe nach aneinander hängend. Die Endigungen nach vorne und rückwärts scheinen abgebrochen. Die Schale ist so stark durchsichtig in den drei ersten Kammern, dass sie aus Glas gebildet zu sein scheint. Nur die letzte Kammer ist milchweiss, fast undurchsichtig. Die Schalensubstanz ist ganz zart mit Porenkanälen durchsetzt, welche bei stärkerer Vergrösserung auf der Oberfläche der Schale als dicht stehende feine Punkte erscheinen. Im Halstheile lassen sich die von innen nach aussen (Fig. 38) laufenden Kanälchen ganz deutlich durchscheinend erkennen. Die vorletzte Kammer endet bei durchfallendem Lichte innen vor Beginn des Halses der Schlusskammer.

Von den sehr ähnlichen Nodosaria pyrula, Orbignyana, filiformis, Haueriana unterscheidet sich diese Art durch den zarten, porösen Schalenkörper, die regelmässige Gestalt der Kammern, durch die gleichmässige Form des Halses.

Nodosaria Haueriana Neugeboren.

(Taf. XI. 1. 25.) Neugeboren — Foraminiferen von Felsö-Lapugy. Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. 1850.

Gazellle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Vorliegende Fragmente bestehen nur aus zwei Kammern. Das grössere Fragment hat im Ganzen $0{\cdot}_{55}$ Millimeter Länge. Die letzte stärkere Kammer misst $0{\cdot}_{32}$, die kleinere erstere $0{\cdot}_{23}$ Millimeter in der Länge. Die Form der beiden Kammern ist eine bauchige,

nach vorne und hinten sich verengende Spindel. Die grösste Breite liegt bei beiden Kammern etwas oberhalb der Mitte der Kammerhöhe. Die Oberfläche ist glatt. Die Figur 25 ist umgekehrt gezeichnet, und bildet die lange Kammer die Schlusskammer einer grösseren Reihe vorausgegangener, hier nicht erhaltener Kammern.

Nodosaria (Dentalina) communis d'Orbigny.

(Taf. XI. 22—24.) d'Orbigny — Mémoire sur les Foraminiferes de la craie blanche du Bassin de Paris. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art aus der Kreide, aus dem Wiener Tertiär.
Brady fasst unter diesem Namen mehrere bisher getrennt gehaltene Formen zusammen als lebend in allen Meeren in Tiefen bis zu 3000 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Kerguelen St. 55 a — 104 M. selten; westl. Australien St. 87 — 910 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

d'Orbigny bezeichnet als besondere Merkmale dieser Art die Dentalinengestalt, das langsame und gleichmässige Anwachsen, die etwas vergrösserte Anfangskammer mit einem Stachel nach hinten, die schwache und schief verlaufende Abschnürung der Kammern, von welchen nur die Schlusskammer sich mehr abhebt. Letztere endet in einen Strahlenkranz am vorderen Ende. Das Gehäuse erreicht bei einer Kammerzahl von 8—10 eine Länge von 1 bis $1^1/_2$ Millimeter. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Nodosaria (Dentalina) mucronata Neugeboren.

(Taf. XI. 37.) Neugeboren — Foraminiferen von Felső-Lapugy.

Beginnt nach Brady fossil im Septarienthon, wurde lebend angetroffen in seichtem Wasser an der englischen Küste, im Adria-Meer, in Tiefen von 630 bis zu 4750 Meter in der Südsee, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Westaustralien St. 90 — 359 M. selt.

Das sehr zierliche Gehäuse ist bei $0._{25}$ Millimeter Länge $0._{08}$ breit im dicksten, mehr nach vorne gelegenen Theile der Schale. Die Oberfläche lässt bei auffallendem Lichte keine Kammern unterscheiden. Die Oberfläche der Schale zeigt sich zartschuppig uneben. Der Umriss ist gebogen spindelförmig, die beiden Enden spitzen sich zu. Das vordere Ende trägt einen kurzen hyalinen Spitzenhof. Der Körper ist etwas flach. Das hintere Ende läuft in einen kurzen dünnen Ansatz aus. Bei durchfallendem Lichte erkennt man den Aufbau schräg nach vorne abgetrennter Kammern. Die Zeichnungen Neugeborens zeigen dickere Entwicklung der letzteren Kammern, auch Brady's Zeichnung, Taf. LXII. Fig. 28, welche am nächsten steht zu vorliegendem Exemplar, ist etwas dicker.

Nodosaria abyssorum H. B. Brady.

(Taf. XI. 11.) Brady 504.

Nach Brady ist diese Art einzig gefunden worden bei Juan Fernandez in 3500 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt

Ein fragmentäres Gehäuse von $0._{28}$ Millimeter Länge hat vier Kammern, von der fünften nur einen Rest. Die Kammern sind $0._{07}$—$0._{08}$ Millimeter breit, ungleich in Grösse, kugelig bauchig, durch mässig tiefe, querstehende Einschnitte getrennt. Die erste Kammer ist grösser als die folgenden zwei, endet kugelig gerundet. Der Hals, welcher die Kammern in den Einschnitten verbindet, lässt wie bei Siphogenerina in durchfallenden Licht den Mündungsschlauch als durch die Kammern durchlaufenden Kanal erscheinen. Der Körper der Kammern ist auf der Oberfläche matt. Die gesammte Figur hat grosse Aehnlichkeit mit Siphogenerina virgula, mit welcher sie an gleicher Fundstätte vorkommt.



Nodosaria Ehrenbergiana Neugeboren.

(Taf. XI. 17. 18.) Neugeboren: Die Foraminiferen aus der Ordnung der Stichostegier von Ober-Lapugy (Siebenbürgen).

Selten. Von Neugeboren aus dem Tertiär beschrieben.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat zwei Kammern, eine kugelige erste, eine birnförmige zweite. Bei Gesammthöhe der Schale von $0._{30}$ Millimeter erreicht die erste, grössere Kammer $0._{12}$, die zweite $0._{10}$ Millimeter Dickendurchmesser. Die erste Kammer läuft nach rückwärts in einen Stachel aus, die zweite verlängert sich in einen Mündungskragen. Die Oberfläche beider Kammern trägt kräftige Leisten, welche sich kantig erheben, breite Hohlräume zwischen sich lassen. Diese kräftigen Leisten unterscheiden die vorliegenden Exemplare von Nod. scalaris, welche zahlreiche schmale Furchen, keine Leisten hat. In Figur 18 ist ein einkammeriges Gehäuse, welches Lagena sulcata ähnlich ist, nach der Kragenform aber mehr einem abgebrochenen Gehäuse von Nodos. Ehrenbergiana angehören dürfte. Ganz selten finden sich dreikammerige Exemplare. Die sehr ähnliche, mit noch schärferen Leisten ausgerüstete Nodos. lamellosa d'Orbigny (Tabl. méthod.) hat das Wachsthum mit nach vorne zunehmender Verdickung, während die vorliegenden Exemplare umgekehrt die stärkere Verdickung in der ersten Kammer zeigen. Nodosaria Badensis d'Orbigny variatio aculeata Egger aus den Miocänschichten von Ortenburg ist hier wahrscheinlich einzureihen.

Nodosaria hispida d'Orb.

(Taf. XI. 16.) Brady 507.

Beginnt im Lias, wurde bei der Challengerexpedition im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Meeres bis zu Tiefen von 800 Meter constatirt. Auch im Mittelländischen und im Adriatischen Meere kommt sie vor.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Die gefundenen Exemplare sind Fragmente und zeigen nur eine Kammer. Diese ist eine Kugel, welche mit Stacheln in unregelmässiger Vertheilung besetzt ist, nach vorne in einen Kragen ausläuft, welcher innen den Mündungskanal deutlich erkennen lässt, aussen mit Stachelrudimenten bedeckt erscheint. Nach hinten setzt die Schale mit einem dünnen Rohr, wie der Endkragen ist, nach der vorhergehenden Kammer fort. An diesem Fortsetzungsrohr ist bei einem Exemplar von 87 b ein Rest der vorausgehenden Kammer und in dieser der innere Kanal ebenfalls sichtbar. Die erhaltene, letzte Kammer hat eine Länge von $0._{21}$ und eine Breite von $0._{17}$ Millimeter, und ebenso lang ist der Endhals des Mündungsschlauches.

Nodosaria setosa Schwager.

(Taf. XI. 43.) Schwager — Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. 1866.

Brady gibt das Vorkommen dieser von ihm als Abortiv-Form von Nodosar. hispida betrachteten Art mit den Fundorten von letzterer.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Die Schale hat nur zwei Kammern. Beide sind kugelrund, die vordere verengt sich zu einer Mündungsröhre. Beide Schalen sind rauhstachelig von kurzen, ungleichen Dornchen, welche auf der ersten Kammer gegen das hintere Ende stärker entwickelt sind. Die Länge der ganzen Schale beträgt 0.17 Millimeter, der Kugeldurchmesser der einzelnen gleich breiten Kammern beträgt $0._{10}$ Millimeter. Die Einschnürung zwischen beiden Kammern ist deutlich, ohne Zwischenhals.



Brady stellt diese seltene Form identisch mit Nodos. hispida oder noch mehr mit N. setosa Schwager, wesshalb hier letztere Bezeichnung gewählt wurde.

Nodosaria scalaris Batsch.

(Taf. XI. 40. 41.) Brady 510.

Beginnt nach Brady im Tertiär, findet sich an den Küsten von Norwegen, England, Dänemark, Frankreich, im nördlichen Atlantischen Meere, am Cap der guten Hoffnung, bei Australien, im Stillen Ocean bei den Philippinen, bei Japan, im Mittelmeer in Tiefen von 3 bis zu 3050 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.; Amboina St. 101 a — 55 M. selt.

Die Schale des von Mauritius gewonnenen Exemplares hat nur zwei Kammern, ist $0._{36}$ Millimeter lang und $0._{11}$ breit, hat die Einschnürung zwischen den Kammern als Querlinie mit unbedeutender Einbuchtung, ist nach hinten abgerundet, mit einem Stachel geziert, vorne verlängert sich die Kammer in einen Oeffnungskragen, welcher am Mündungsrande schwach verdickt ist. Die Oberfläche trägt zahlreiche Furchen, welche über die Schale von vorne nach hinten verlaufen, breitere Zwischenmasse zwischen sich lassend.

Ein gut ausgebildetes Exemplar von Amboina zeigt bei $0._{40}$ Millimeter Gesammtlänge ein aus vier Kammern gebildetes Gehäuse, welches als erste Kammer einen runden Knopf mit nach rückwärts gerichtetem Stachel hat, welcher nur $0._{05}$ Millimeter Höhe erreicht. Die dritte Kammer ist ungefähr so hoch als die vorhergehenden. Die Schlusskammer nimmt den grössten Theil der Schalenlänge ein, endet vorne in einen dünnen Kragen. Die Oberfläche der drei Kammern trägt feine, von vorne nach rückwärts verlaufende Parallelfurchen.

Nodosaria vertebralis Batsch.

(Taf. XI. 36.) Brady 514.

Nach Brady lebt diese Art in dem nördlichen Theil des Atlantischen Meeres bei den Azoren, bei Bermuda, Westindien, bei den Inseln des südlichen Stillen Oceans in Tiefen von 280 bis 850 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Bei fast anderthalb Millimeter Länge erreicht die stärkste Breite $0._{15}$ Millimeter, das gertenförmige Gehäuse ist etwas gebogen, endet vorne in eine Zitzenspitze, hinten in einen spitzen Stachel, besteht aus 13 Kammern, welche durch bestimmt absetzende, aber im Umriss wenig einbuchtende Zwischenhälse getrennt werden. Die Schale trägt kräftige Längsleisten, welche von vorne nach rückwärts über Kammern und Einschnürungen weglaufen, sich als schmale Kanten erheben und breitere Furchenfelder zwischen sich lassen. In den Einschnürungen werden die Kanten unterbrochen, dadurch erhält die Schale das Ansehen als sässen die einzelnen Kammern wie Wirbel aufeinander. Bei stärkerer Vergrösserung erscheint die Schale dicht besetzt mit feinsten Poren.

Die ähnliche Nod. obliqua Linné unterscheidet sich durch dichter stehende, schmalere Leisten.

Nodosaria perversa Schwager.

(Taf. XI. 42.) Schwager — Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. 1866.

Nach Brady bekannt aus dem jüngeren Tertiär, lebend aus 236 Meter Tiefe von den Ki-Inseln südwestlich von Papua.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist beschädigt, es fehlt die hinterste Kammer. Die vorhandenen sechs Kammern haben etwas verschobene Achsenstellung, sind auch ungleich in der Grösse. Sie

sind kurz walzenförmig, haben die grösste Breite etwas unterhalb der Kammerhöhe, fallen von da schräg gegen die Abschnürung ab. Im Ganzen steht das Gehäuse gerade aufrecht. Die Einschnürungen zwischen den einzelnen Kammern sind deutlich aber nicht tief. Die letzte Kammer, auch beschädigt, verengt sich gegen das vordere Ende. Eigenthümlich ist die Oberfläche geziert mit zarten, aus Knötchenreihen gebildeten Längsstreifchen. Das vorhandene Fragment hat $0._{28}$ Millimeter Länge, die grösste Kammerbreite ist $0._{06}$ Millimeter.

Nodosaria intercellularis H. B. Brady.

(Taf. XI. 12. 33.) Brady 515.

Auf der Challengerfahrt wurde diese Art nur bei Bermuda in 790 Meter Tiefe aufgefunden.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Das ausgebildetere von den drei aufgefundenen Exemplaren, in Fig. 12 dargestellt, ist ein zwei Millimeter langes, gerade gestrecktes Gehäuse, gebildet aus ursprünglich sechs Kammern, von welchen die vorletzte bis auf den Verbindungsschlauch verloren gegangen ist. Die Anfangskammer endet nach hinten in einen Stachel, die allmählig an Umfang zunehmenden Kammern sind anfangs breiter als hoch, werden später länger und bauchig, sind getrennt durch sehr wenig verengende Abschnürungen. Die Schlusskammer ist birnförmig und endet vorne mit einem Mündungskragen. Die Oberfläche trägt Längsleisten und in Reihen stehende Knötchen.

Kurze, aus wenigen Kammern gebildete Gehäuse (Fig. 33) lassen sich nur vermöge der übereinstimmenden Oberflächenverzierung hier einreihen.

Nodosaria pyrula d'Orbigny.

(Taf. XI. 14. 15.) Brady 497.

Beginnt nach Brady im Londonthon, findet sich lebend bei England, Belgien, Frankreich, im Mittelländischen, im südlichen und nördlichen Stillen, im nördlichen Atlantischen Meere bis 1200 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Eine Reihe von bauchigen, bis kugeligen Kammern folgen sich in gerader Linie, sind im Dickendurchmesser fast gleich, werden durch tiefere Einschnürungen getrennt, wenn die Gehäuse klein sind, während bei grösseren Gehäusen die Zwischenhälse sich mehr strecken (Fig. 15). Das Gehäuse Fig. 14 hat $0._{60}$ Millimeter Länge, eine nach hinten in einen Seitenstachel ausgezogene, etwas grössere Anfangskammer.

Lingulina d'Orbigny.

Nach Brady ist Lingulina eine seitlich zusammengedrückte Nodosaria.

Lingulina carinata d'Orbigny.

(Taf. XI. 8. 20.) Brady 517.

Kommt im Lias, in der Kreide, im Tertiär vor, wurde lebend angetroffen in 75 bis 1060 Meter Tiefe bei den Ki-Inseln, Honolulu, Tristan, Nachtigalinsel, Teneriffa, Westindien, im Mittel- und Adria-Meer, bei England.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist $0._{54}$ Millimeter lang, baut sich in ganz geradliniger Kammerreihe auf aus zehn allmählig an Dicke zunehmenden Kammern, welche mit einer scharfen Linie sich von einander trennen. Die Wölbung der einzelnen Kammern ist nicht beträchtlich, diese sind bis auf die letzte etwas breiter als hoch. Die letzte Kammer endet



in eine zitzenförmig verengte Mündungsschnauze. Aus den vorhergehenden Kammern sieht man, wie diess bei Nodosarien häufig zu beobachten ist, die Mündungsschnauze durchscheinend in die folgende Kammer hineinragen. Die Schalenoberfläche ist glatt. Die hintere Endigung des Gehäuses ist eine stumpfe Knopfspitze. Der Querschnitt der Kammern ist oval. Diess ist der einzige Grund, diese alle Merkmale der Nodosaria tragende Form nach Brady's Vorgang als Lingulina zu bezeichnen. Ein Kiel ist hier so wenig zu finden, als bei Brady's Zeichnung.

Frondicularia Defrance.

Frondicularia ist eine flach gedrückte Glandulina, während letztere die Kammerscheidelinien bei kugeligem Querschnitt eben zeigt, greifen bei der flach gedrückten Frondicularia die Kammern mit dem Vorderende mehr bogenförmig in die nachfolgende Kammer hinein.

Frondicularia spathulata H. B. Brady.

(Taf. XI. 32.) Brady 519.

Nach Brady sind Frondic. sacculus Terquem aus dem Lias und Frond. linearis Philippi aus dem Tertiär von Cassel kaum von dieser Art zu trennen, welche bisher lebend nur bei den Ki-, Raine-Inseln, bei Korea in Tiefen von 75 bis 280 Meter angetroffen worden ist.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das einzige Exemplar, welches gefunden worden, ist sehr klein, hat $0._{18}$ Millimeter Höhe, im dicksten Theile $0._{055}$ Millimeter Breite, ist flach, baut sich aus sechs Kammern auf, welche, regelmässig übereinanderstehend, von einer ovalen Anfangszelle ausgehen, allmählig und ziemlich gleichmässig anwachsen. Nach vorne verengen sich die Kammern umgekehrt herzförmig, und wie die Spitze der letzten Kammer frei nach vorne endet, sieht man bei durchfallendem Lichte das Ende jeder vorausgehenden Kammer in den Hohlraum der folgenden hineinragen. Die ersteren Kammern umschliessen sich, später senken sich mehr und mehr tiefe Einbuchtungen zwischen den Kammern ein, und treten letztere in gleichem Verhältnisse am Umriss bauchig hervor.

Marginulina d'Orbigny.

Marginulina vermittelt den Uebergang von Nodosaria zu Cristellaria, steht letzteren vermöge der einseitig gerichteten Kammerscheidelinien sogar näher. Die Form des Umrisses ist mehr länglich, die Achse der Gehäuse sigmoidal.

Marginulina glabra d'Orb.

(Taf. XI. 28. 29.) Brady 527.

Beginnt im Lias und kommt lebend in seichtem, wie in tiefem Wasser vor bis 4515 Meter Tiefe, wurde angetroffen bei England, im nördlichen und südlichen Stillen und Atlantischen Ocean, im Mittelländischen Meere.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Bei $0._{36}—0._{43}$ Millimeter Höhe und $0._{16}—0._{22}$ Breite hat das Gehäuse einen zwetschgenförmigen Umriss, ist im Querschnitt rund und endet hinten eiförmig, vorne, in eine Zitze ausgezogen, spitz. Die hintere und vordere Endigung entsprechen Endpunkten einer sigmoidalen Achsenlinie, und so wechselt auch die Wölbung der Schale, indem die stärkere Auftreibung des Gehäuses zuerst auf der Rückenseite der unteren Hälfte sichtbar ist, während in der oberen Hälfte der Schale die stärkste Wölbung auf der Bauchfläche der letzten Kammer sich wahrnehmen lässt. Die Kammern sind durch deutliche, aber nicht

tief einschneidende Scheidelinien getrennt, die ersteren rollen sich ein und sind nieder, die späteren werden hoch und richten sich gerade auf. Die letzte Kammer nähert die Spitze, welche den Strahlenkranz trägt, mehr dem Rücken des Gehäuses. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Marginulina costata Batsch.

(Taf. XI. 19.) Brady 528.

Brady hält verschieden benannte fossile Formen bis zum Lias zurück für identisch, benennt als Fundgegenden lebender Formen aus 500 bis 2100 Meter Tiefe das nördliche und südliche Atlantische, das Mittel-, das Adriatische Meer und Neuseeland.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.

Das einzige gefundene Exemplar hat 2 Kammern, welche je $0._{12}$, das ganze Gehäuse $0._{24}$ Millimeter Länge haben. Der Querschnitt der Kammern ist rund. Die erste Kammer endet hinten abgerundet, die zweite Kammer verengt sich nach vorne, wo die strahlige Zitzenschnauze als kleiner Ansatz besonders sich abgränzt. Die zweite Kammer neigt ihre Achse nach der Seite. Auch die tief einschneidende Scheidelinie zeigt sich etwas seitlich verzogen und der Körper der zweiten Kammer wölbt sich bucklig mehr nach einer Seite.

Die Schalenoberfläche ist fein porös, trägt auf beiden Kammern seichte Furchen und Leistchen.

Vaginulina d'Orbigny.

Vaginulina scheidet sich nach Brady ab von Marginulina und Nodosaria durch flacheren Bau, von Cristellaria durch den Mangel einer Anfangsspira.

Vaginulina sigmoidea n. sp.

(Taf. XI. 34. 35.)

Gazelle: Mauritius St. 66 — 410 M. selt.

Das wurmförmige Gehäuse hat eine Länge von $0._{23}$ Millimeter bei $0._{07}$ grösster Breite, ist verlängert S förmig im Umriss, seitlich wenig abgeflacht, hat vorne eine schwache Verengerung gegen die Mündung zu, welche nicht als Strahlenzitze erscheint, sondern einfach eine ovale Oeffnung am Ende der letzten Kammer darstellt. Die einzelnen Kammern sind breiter als hoch, werden durch sehr wenig einschneidende, desshalb kaum zu unterscheidende Scheidelinien getrennt. Das hintere Ende ist zu einer halben Spirale eingebogen und läuft in eine stumpfe Spitze aus, bildet gleichsam den Gegensatz zur Mündung, welche etwas nach vorne neigt. Man kann acht Kammern unterscheiden, die Richtung der Scheidewände ist keine entschieden gebogene, sondern vorzugsweise horizontale.

Der Umriss der Schale gleicht sehr viel der Marginulina ensis Reuss aus dem Pläner Böhmens, der Kreide von Lemberg, doch ist das vorliegende Exemplar viel zarter und kleiner, auch ärmer an Kammern.

Vaginulina legumen Linné.

(Taf. XI. 5. 9. 10.) Brady 530.

Nach Brady kommt diese Art schon im Lias fossil vor, lebend findet sie sich bis zu 3600 Meter Tiefe in allen Meeren.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das Gehäuse hat bei $0._{33}$ Millimeter Länge und $0._{09}$ Breite eine geradegestreckte Form, ist seitlich etwas flachgedrückt. Vorne endet die letzte Kammer in eine seitlich



vortretende Zitzenöffnung, hinten biegt sich die Schale stumpf abgerundet ganz wenig nach der entgegengesetzten Seite. Die Kammern wachsen sehr gleichmässig an und sind durch schräg verlaufende, deutlich einschneidende Scheidelinien getrennt. Die Oberfläche der Schale erscheint glatt.

Vaginulina patens Brady.

(Taf. XI. 44—47.) Brady 533.

Brady stellt diese Form identisch mit der Planularia costata Cornuel's aus der französischen Kreide. Lebend führt Brady sie an von den Philippinen und von Raine Island aus 170 und 285 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

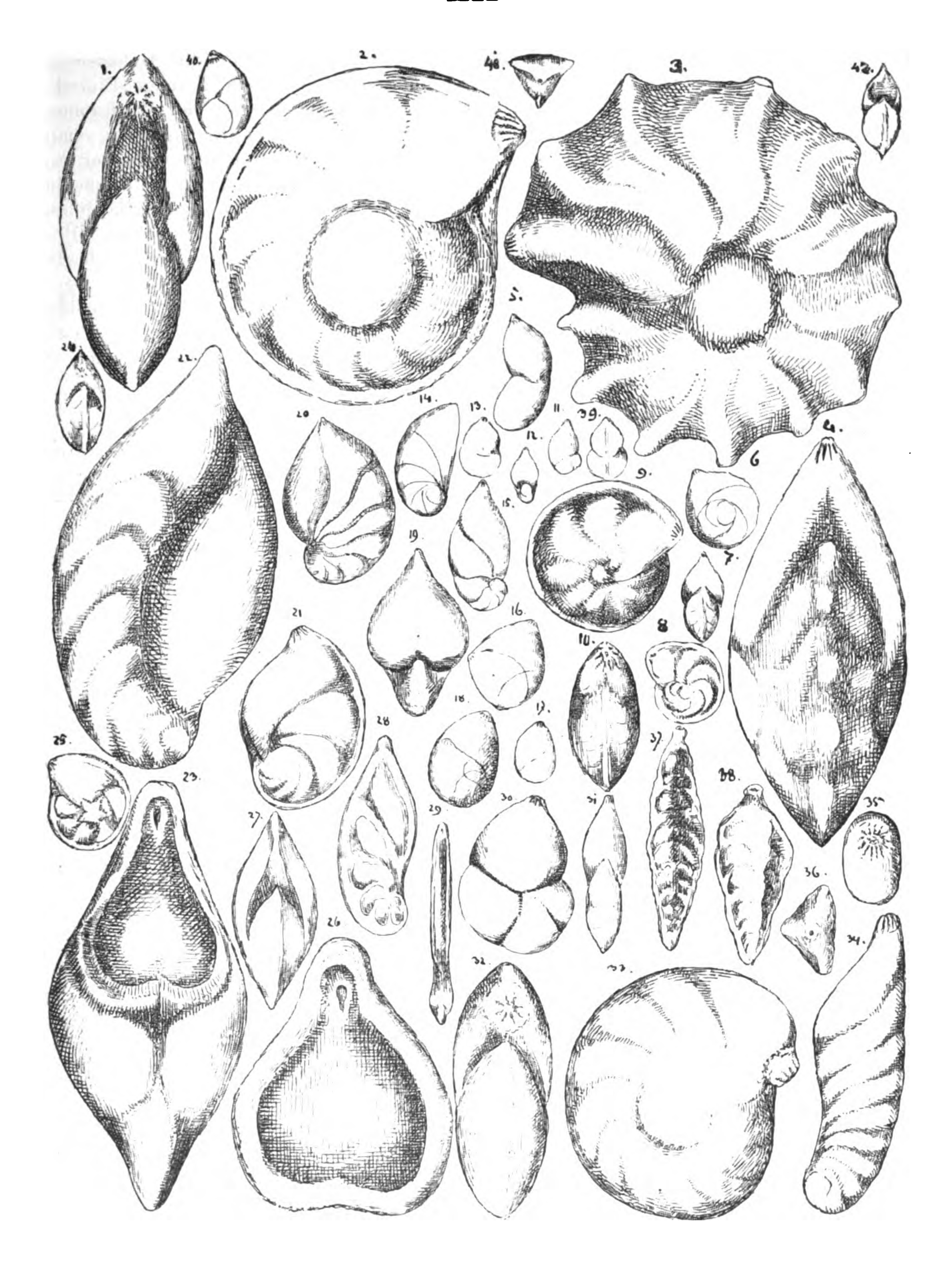
Das Gehäuse ist sehr flach, hat 0.$_{34}$ Millimeter Länge und misst im breitesten Theile 0.$_{13}$ Millimeter. Die Form des Umrisses stimmt mit V. patens, indem das Gehäuse nach vorne sich zu einer nelkenkopfähnlichen Mündung verengt, in der halben Höhe am breitesten ist, und indem sich drei Kammern schräg von vorne nach hinten an die letzte, vierte Kammer anlegen. Diese vierte Kammer verläuft vom vorderen bis zum hinteren Ende des Gehäuses und umfasst hinten mit einer Rundung die vorhergehende Kammer. Die bei Brady am hinteren Ende gezeichnete, für die Art charakteristische Spitze fehlt hier und dadurch sowie durch die relativ geringere Kammerzahl weicht vorliegendes Exemplar von V. patens ab. Die Form nähert sich in Hinsicht auf die fehlende Spitze und den Umriss mehr Marginulina lata Cornuel, aber letztere ist breiter, hat mehr Kammern und ist im Querschnitt mehr ein Oval. Auch hat M. lata nicht die Nelkenkopfform an der Mündung.

Taf. XII.

Fig. 1 Cristellaria rotulata von vorne,
„ 2 „ „ „ der Seite,
„ 3 „ calcar „ „ „
„ 4 „ „ „ vorne,
„ 5 „ simplex „ der Seite,
„ 6 „ intermedia von der Seite,
„ 7 „ cultrata von vorne,
„ 8 „ „ „ der Seite,
„ 9 „ „ „ „ „
„ 10 „ „ „ vorne,
„ 11 „ simplex „ der Seite,
„ 12 „ „ „ „ „
„ 13 „ „ „ „ „
„ 14 „ „ „ „ „
„ 15 „ „ „ „ „
„ 16 „ variabilis „ „ „
„ 17 „ „ „ „ „
„ 18 „ „ „ „ „
„ 19 „ acutauriculata von vorne,
„ 20 „ „ von d. Seite,
„ 21 „ gibba von der Seite,
„ 22 „ Italica „ „ „
„ 23 „ „ „ vorne,

Fig. 24 Cristellaria cultrata von vorne,
„ 25 „ „ „ der Seite,
„ 26 „ Italica „ oben,
„ 27 „ gibba „ vorne,
„ 28 „ tricarinella von der Seite,
„ 29 „ „ „ vorne,
„ 30 „ simplex von der Seite,
„ 31 „ „ „ vorne,
„ 32 „ rotulata von vorne,
„ 33 „ „ „ der Seite,
„ 34 „ crepidula „ „ „
„ 35 „ „ „ oben,
„ 36 Rhabdogonium tricarinatum von oben,
„ 37 Rhabdogonium tricarinatum von der Seite,
„ 38 Rhabdogonium tricarinatum von der Seite,
„ 39 Cristellaria gibba vom Rücken,
„ 40 „ Italica von der Seite,
„ 41 „ „ „ oben,
„ 42 „ „ „ vorne.

XII



Cristellaria Lamarck.

Die Cristellarien bauen sich in einer scheibenrunden Aneinanderschliessung der Kammern auf, welche zum Theil beibehalten wird, selbst wenn die Gehäuse eine ziemliche Grösse erreichen. Häufig aber beschränkt sich die scheibenförmige Einrollung nur auf einen oder selbst kaum einen ganzen Umgang, und es streben die Kammern, mehr nach der Längsachse sich streckend, in einer geradlinigen Kammerreihe empor. Manche Formen sind mehr verschmälert, selbst ganz flach. Die Mündung ist in der Regel ein Strahlenkranz, es kommen aber auch einfache Mündungen vor. Die Unterscheidung d'Orbignys in Robulina und Cristellaria beruht auf der gestreckten Kammerreihenbildung bei letzteren, auf der vollständigen Einrollung der Kammerreihe bei Robulina. Brady vereinigt beide Formen, weil die Trennung selbst bei Individuen derselben Art nicht festgehalten werden kann.

Von den von der Gazelle gefundenen Repräsentanten gehören Cristellaria crepidula, Italica, tricarinella zu den eigentlichen Cristellarien, Crist. rotulata, intermedia, Crist. calcar sind Robulinen, Crist. variabilis, simplex, gibba, acutauricularis stehen zwischen den Cristellarien und Robulinen als Zwischenform.

Cristellaria Italica Defrance.

(Taf. XII. 22. 23. 26. 40—42.) Brady. 544.

Nach Brady beginnt diese Art in der Kreide, findet sich lebend bis zu 1320 Meter Tiefe in Westindien, bei den Fidschi-Inseln, im nördlichen Atlantischen, südlichen Stillen, im Mittelländischen, im Adriatischen Meere.

Gazelle: Westl. Australien St. 86a — 1188 M. selt., St. 87b — 1187 M. selt.

Es wurden nur zwei, in ihrer Grösse sehr verschiedene Exemplare gefunden. Das eine Exemplar von Station 86 a ist beschädigt, misst in der Höhe ungefähr zwei Millimeter, ist annähernd halb so breit und dick, hat einen schmalen, aber nicht scharfen Kiel, zeigt sich hinten eng eingerollt, in der halben Schalenhöhe sehr breit, dreieckig im Querschnitt, vorne verengt. An vorliegendem Exemplare sind von der letzten Kammer nur seitliche Rudimente vorhanden. Trotzdem lässt sich gut erkennen, wie diese Kammer nach vorne breit abschliesst in umgekehrt herzförmigem Umriss, und wie der Querschnitt seine Dreiecksgestalt deutlich veranschaulicht. Der Rücken ist verhältnissmässig schmal und von ihm verlaufen gegen den Vordertheil der Schale die tief eingesenkten breiten Kammerscheidelinien.

Das andere Exemplar von Station 87 b hat nur $0._{12}$ Millimeter Höhe, ist aber ganz erhalten, zeigt, seitlich betrachtet, eine anfängliche Einrollung weniger Kammern, dann steile Aufrichtung mit aufwärtsstehender Mündungsspitze. Die Schlusskammer endet nach vorne flach abgeschnitten.

Cristellaria crepidula Fichtel u. Moll.

(Taf. XI. 51. 52., XII. 34. 35.) Brady 542.

Brady vereinigt unter dieser von Fichtel als Nautilus aufgestellten Art eine grosse Zahl von Artennamen, führt sie auf den Lias zurück und bezeichnet die lebenden Exemplare als Seichtwasserform der gemässigten Zonen. In Tiefen von 11 bis 1060 Meter ist ihr Vorkommen nachgewiesen in der Davis-Strasse, bei Norwegen, England, Belgien, Frankreich, im Mittelländischen, Adriatischen, im nördlichen und südlichen Theil des Stillen, im nördlichen des Atlantischen Oceans, im südlichen Theil des letzteren in 4300 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Die Grösse des Gehäuses schwankt von $0._{22}-1._{00}$ Millimeter. Der Querschnitt

bildet ein schmalgedrücktes Oval, der Umriss bietet eine verlängerte, vorne spitz verengte, hinten abgerundete Gestalt, deren eine Seite als schwachgebogener Rücken von der engen Anfangsaufrollung bis zur Mündungsspitze fast gerade emporläuft, während die andere Seite unten die kurze Rundung der Anfangsspira bildet, von da eine schwache Einkerbung zeigt und dann in flacher Sigmoidalwölbung emporstrebend gleichfalls in der Mündungsspitze ausläuft. Die Kammern stehen, nachdem ein Umgang der Anfangswindung voll erreicht ist, immer mehr aufrecht, verbreitern sich gegen den Schalenrücken. Die Scheidelinien sind zart bei jungen Exemplaren, schneiden bei älteren mehr ein. Die Schale ist glatt. Die Mündung sitzt als Strahlenkranz am vorderen Ende der letzten Kammer.

Eine Jugendform von St. 90 (XI Fig. 51. 52) gibt einen sehr deutlichen Einblick in die allmählige Ueberlagerung der späteren Kammern über die vorausgehenden, und es tritt hiebei besonders der Umstand hervor, dass die letzteren Kammern von der Spitze nicht bis zur Spiraleinrollung herabreichen.

Cristellaria tricarinella Reuss.

(Taf. XII. 28. 29.) Brady 540.

Nach Brady in der Kreide und im Eocän fossil gefunden, lebt diese Art in Tiefen von 100 bis 280 Meter in der Torresstrasse, bei den Philippinen, bei Neuseeland.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Junge Gehäuse sind scheibenrund im Umfang und springen mit eckiger Schlusskammer vor. Die Schale ist beiderseits sehr flach. Mit fortschreitendem Wachsthum richten sich die Kammern nach dem ersten Umgang mehr steil auf, wie bei Cr. crepidula. Die Scheidewände erscheinen bei durchfallendem Lichte als sehr kräftige Rippen, der Kiel ist dreikantig, die Mittelkante tritt stärker hervor als die beiden Seitenkanten. Die Mündung ist ein Strahenkranz. Die Schalenhöhe erreicht ungefähr $0._{25}$ Millimeter.

Cristellaria rotulata d'Orbigny.

(Taf. XII. 1. 2. 32. 33.) Reuss — Versteinerungen der böhmischen Kreideformation.

Brady vereinigt eine grössere Anzahl von Artnamen unter dieser Bezeichnung und erwähnt des fossilen Vorkommens derselben von der Trias an. Lebend führt Brady sie an als eine der weitest verbreiteten Arten, vom eisigen Norden, vom nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans, vom Mittelländischen und Adriatischen Meere, mit einer Tiefenverbreitung vom Strande bis zu 4000 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 55a — 104 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selten.

Das Gehäuse hat einen Scheibendurchmesser von $0._{25}$—$1._{50}$ Millimeter, ist scheibenrund, nur die letzte Kammer ragt am Umriss der Schale etwas vor mit ihrem Randende. Die Flächen des Gehäuses sind mässig gewölbt. In der Kielansicht ragt beiderseits eine flachbauchige Mittelscheibe vor. Der Rand ist kantig, bildet keine Schneide. Die Kammern — 8 bis 12 — sind durch nicht sehr tiefe Scheidelinien getrennt, die Schlusskammer endet reitend auf dem Kiel als wenig vertiefte Kapelle und trägt am vorderen Ende die Strahlenmündung. An gut erhaltenen Gehäusen erkennt man die Strahlenbündel aller Kammern der Schlusswindung durchscheinend.

Cristellaria cultrata ist ähnlich hat aber nicht so viele Kammern und schneidigen Kiel.

Cristellaria (Robulina) intermedia d'Orbigny.

(Taf. XII. 6.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Brady vereinigt diese Form mit Crist. crepidula.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das scheibenrunde linsenförmige Gehäuse hat nur $0._{15}$ Millimeter im Durchmesser. hat mässig convexe Wölbung beider Flächen, kantigen Kiel und eine centrale Scheibe, von welcher ungefähr 6 stark gebogene, durch zarte Scheidelinien getrennte Kammern ausgehen. Dieses Gehäuse steht mehr Cr. rotulata nahe als Cr. crepidula.

Cristellaria (Robulina) calcar d'Orbigny.

(Taf. XII. 3. 4.) d'Orbigny — Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art aus dem Miocän von Baden bei Wien, von Coroncina, lebend von Rimini, Brady erwähnt sie als lebend aus Tiefen bis zu 1000 Meter von den Westindischen Inseln, den Azoren, den Philippinen, aus dem südlichen Stillen, dem Mittelländischen Meere.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Das einzige gefundene Exemplar misst über anderthalb Millimeter im Scheibendurchmesser, ist wenig gewölbt, am Rücken schmal, hat in der Mitte eine abgegränzte, wenig vorspringende Mittelscheibe, von welcher gegen den Rand kräftige, sigmoidal geschwungene Scheidewandleisten auslaufen, welche am Kiele der Schale als Zacken und Knoten vorragen. Die Angegriffenheit der Schale lässt die Oberfläche seichtgrubig, mattrauh erscheinen. Die Strahlenmündung sitzt an der vorderen Schlussecke des Gehäuses.

Cristellaria cultrata Montfort.

(Taf. XII. 7. 8. 9. 10. 24. 25.) Brady 550.

Diese Art beginnt nach Brady im Lias, kommt lebend in Tiefen von 90 bis 4500 Meter an den Küsten von Norwegen und Patagonien vor.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. einige; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.

Das Gehäuse ist scheibenrund, mässig gewölbt, hat einen deutlich ausgebildeten Kiel, einen Scheibendurchmesser von $0._{20}$—$0._{60}$ Millimeter. Die Kammern sind meist nicht besonders zahlreich, haben sehr stark gebogene Scheidewände, welche in der Schalenmitte sich vereinigen, in einer unbestimmten Grube sich verlieren oder auch zu einer sternförmigen Nabelscheibe herantreten. Die Strahlenmündung sitzt am Ende der Kammern in der äussersten Ecke und bleibt in zarteren Gehäusen in allen Kammern sichtbar. Von Cristellaria rotulata unterscheidet der ausgebildete Kiel.

Cristellaria gibba d'Orbigny.

(Tab. XII. 21. 27. 39.) Brady 546.

Geht nach Brady unter verschiedenen Benennungen in die Kreide zurück, lebt bis 950 Meter Tiefe im nördlichen Atlantischen und südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Die Höhe der ausgewachsenen Schale hat $0._{18}$, die Breite $0._{13}$ Millimeter, die Dicke $0._{08}$. Der Umriss ist breit nierenförmig, vorne etwas breiter als hinten, der Kielrand selbst bei jungen Exemplaren kantig. Wo die letzte Kammer auf dem Kiel aufsitzt, bildet sich eine Kerbe. Die letzte Kammer endet nach vorne in eine Strahlenzitze, die Einrollung der ersteren Kammern ist eine enge. Die Kammern wachsen rasch in die Höhe und Breite, sind bauchig, durch bestimmt kennbare, aber nicht sehr tief ein-

schneidende Scheidewände getrennt. Der Kiel ist bei ausgewachsenen Exemplaren deutlich kantig entwickelt, schneidet nicht. Die Oberfläche der Schale ist glatt.

Cristellaria acutauricularis Fichtel u. Moll.

(Taf. XII. 19. 20.) Brady 543.

Beginnt nach Brady wahrscheinlich schon im Lias, kommt lebend seltener vor und ist bekannt vom nördlichen Atlantischen, südlichen Stillen Ocean, vom Cap der guten Hoffnung, von dem Mittelmeer aus Tiefen von 270 bis 5000 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat $0._{27}$ Millimeter Höhe, ist in kurzer Einrollung eingebogen mit den ersteren Kammern. Letztere wachsen dann rasch in die Höhe und auch ziemlich in die Breite. Die Schale ist am Rücken ganzrandig, der Rücken selbst ist etwas verengt, aber gerundet, nicht kantig. Die Breite der Kammern entwickelt sich nach vorne. In der Frontansicht bietet die Schale eine bauchig vorgewölbte Fläche von umgekehrt herzförmiger Gestalt. Die letzte Kammer läuft in ein Spitzohr aus, welches die Strahlenmündung trägt. Die Scheidewände sind sehr deutlich eingeschnitten, erscheinen doppellinig.

Cristellaria simplex d'Orbigny.

(Taf. XII. 5. 11. 12. 13. 14. 15. 30. 31.) d'Orbigny — Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 59b — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Die meisten vorgefundenen Exemplare sind Jugendformen, nur aus wenigen Kammern gebildet und noch nicht zu einer so ausgebildeten Artform entwickelt, dass sie mit Bestimmtheit zu d'Orbigny's aus dem Tertiär von Nussdorf gegebener Beschreibung stimmen könnten. Nur $0._{18}$ Millimeter hoch ist das Gehäuse von Station 59b, Fig. 5, aus zwei Kammern gebildet. Die erste ist tropfenförmig, unten stumpf gerundet, nach vorne sich verengend. Die zweite Kammer sitzt ganz schief auf der vorigen, endet vorne zitzenförmig in den Strahlenkranz. Die seitliche Ansicht zeigt eine schmälere Zusammengedrücktheit in der letzten Kammer. Die Achsenrichtung dieser zwei Kammern lässt auf eine Tendenz zur Einrollung der Kammern vermuthen, aus welcher nach der Gestalt der Schlusskammer eine Cr. simplex d'Orbigny werden könnte.

Ein Exemplar von Mauritius Station 66, Fig. 13, hat bei $0._{10}$ Millimeter Höhe und $0._{10}$ Breite Tropfenform, ist durchsichtig, nur aus zwei Kammern gebildet. Von diesen ist die erste rundlich tropfenförmig gestaltet, die zweite Kammer setzt sich als schräg zuckerhutförmiger Helm darüber. Die Mündung sitzt am Ende als kurze hyaline Zitze.

Die Exemplare von Station 90 sind gekennzeichnet durch eine verhältnissmässig vollere Entwicklung von Kammern in der Aufrollung. Die Mündung stellt sich auch an der letzten Kammer nicht an die Seite, sondern in die Mitte der aufrechtgedachten Längsachse des Gehäuses. Das in Figur 14 gegebene Gehäuse steht zwischen Cr. simplex und variabilis.

Cristellaria variabilis Reuss.

(Taf. XI. 61. 62. XII. 16—18.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens.

Reuss stellt diese Art nahe der Cristell. intermedia, erwähnt ihres Vorkommens aus dem Wiener Tertiär. Nach Brady lebt sie im nördlichen wie im südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans und findet sich bis zu 3700 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selt.

Die Gehäuse zeichnen sich aus durch sehr winkligen Umriss, so lange sie in kleineren



Exemplaren sich finden. Die seitlich verdrückte Tropfenform der kleinen Schalen läuft zur stumpfen Spitze zu nach vorne, setzt dort die Strahlenzitze an. Seitlich ist die Schale etwas zusammengedrückt, das hintere Ende stumpft sich mit seitlicher Abrundung der Ecke ab. Die Kielansicht zeigt zwei Kammern übereinanderstehend. Grössere Exemplare haben eine deutliche Kammerabtrennung, während die kleineren dieselbe nicht immer erkennen lassen. Die Grösse der Schale schwankt sehr, es finden sich Exemplare von $0._{09}$ Millimeter Höhe und $0._{07}$ Breite bis $0._{35}$ Millimeter Höhe bei $0._{27}$ Breite.

Ehrenbergina Reuss.

Brady nennt Ehrenbergina eine aus der Spirale sich aufrichtende Cassidulina mit breitem Ende und Textularinen-artiger Kammerlagerung.

Ehrenbergina serrata Reuss.

(Taf. VII. 30—32.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Brady erwähnt dieser, von Reuss und Karrer aus den Wiener Tertiärschichten beschriebenen Art lebend vom nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean aus Tiefen von 280 bis 4400 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 86a — 1188 M. selten, St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse hat eine Höhe von $0._{20}$ bis $0._{45}$ Millimeter, bildet eine umgekehrte dreieckige Pyramide, deren Spitze sich nach unten richtet. Das vordere Ende des Gehäuses stellt die Basis der Pyramide dar, ist im Querschnitt ein scharfeckiges Dreieck. Die vordere Seite sieht sich an als eine alternirende Doppelreihe von Kammern, welche, viel breiter als hoch, am vorderen Saume schwach kantig vorstehend, von tiefen Einschnittlinien getrennt werden, gegen den Rand in dornartige Ausläufer endigen. Im Beginn der Kammerreihe erscheint diese spiral eingerollt. In der ebenen Fläche der Mittellinie, in welcher die Kammern aneinanderstossen, ist die Schale etwas eingedrückt. Die entgegengesetzte Seite erhebt sich zu einer Dornenreihe, welche entlang der Schalenmitte von vorne nach hinten verläuft. Diese Kante verleiht dem Querschnitt die Dreiecksfigur. Die Mündung sitzt als länglicher Spalt am Ende der Schlusskammer, gegen diese zurückgerichtet, parallel der ebenen Fläche des Gehäuses.

Ehrenbergina pupa d'Orbigny.

(Taf. VII. 43—46.) Brady 433.

Nach Brady ist diese Form etwas selten, und ist bekannt aus Tiefen von 20 bis 2000 Meter von Patagonien, Falklandsinseln, Rio Plata-Mündung, von den Azoren.

Gazelle: Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.

Das Gehäuse ist dreizeilig aufgebaut zur Gestalt eines gedrungenen Zopfes von $0._{22}$ Millimeter Länge und $0._{16}$ Breite. Die Kammern stehen in schiefen Reihen übereinander. In den anfänglichen Umgängen erscheinen die Kammerreihen in gedrehter Achsenstellung. Die Kammern sind je 4 in einer Reihe, sind bauchig und werden ziemlich tief und breit eingeschnitten. Die Oberfläche der Schale ist matt.

Rhabdogonium Reuss.

Brady schildert Rhabdogonium als eine Nodosaria mit geradgestreckter Achse, dreieckigem Querschnitt und drei oder vier von vorne nach rückwärts verlaufenden Leisten. Die einzige von der Gazelle gefundene Art ist Rhabd. tricarinatum.

Rhabdogonium tricarinatum d'Orbigny.

(Taf. XI. 49. 50. XII. 36—38.) Brady 525.

Fossil aus dem Tertiär bekannt, lebt diese Art nach Brady in Tiefen bis zu 2550 Meter im Adriatischen, Mittelländischen, nördlichen und südlichen Atlantischen, südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 832 M. selt.

Das Gehäuse hat eine keilförmige, hinten verengte, vorne breitere Gestalt, erweitert sich allmählig nach vorne und wird am Rande durch drei derbe Kanten begränzt, welche von vorne nach rückwärts verlaufen, dem Querschnitt des Gehäuses die Form eines Dreieckes verleihen. Zwischen den Kanten ist der Körper des Gehäuses in drei Zwischenmulden eingesunken. Die Gestalt ist zuweilen gedrungen, zuweilen mehr verlängert, nach vorne setzt die letzte Kammer einen Kragen für die Mündung an. Die Kammerscheidelinien sind als schwache Einschnitte zwischen den Längsleisten in schmalen Abständen übereinanderliegend sichtbar. Die Höhe der Schalen hat $0._{30}$ bis $0._{35}$ Millimeter.

Jüngere Exemplare (Taf. XI. Fig. 49. 50.) sind sehr ähnlich dem Rhabdog. minutum, aber mehr glatt in der Fläche.

Globigerina d'Orbigny.

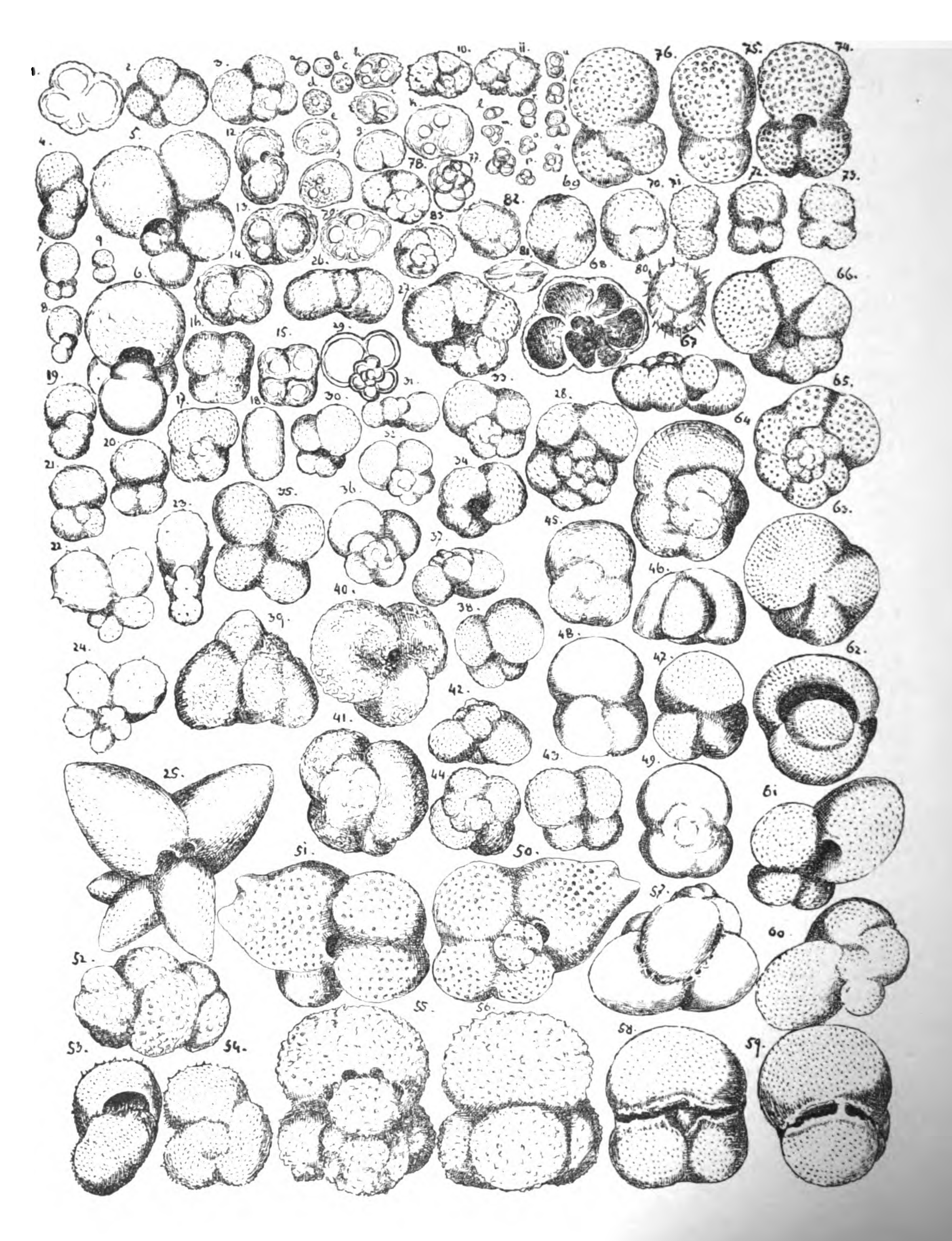
In Grundproben, welche reich an Globigerinen sind, trifft man kleine und kleinste Kügelchen, von ungefähr $0._{01}$ Millimeter Scheibendurchmesser, welche wie Orbulina sich abgränzen, im auffallenden Lichte matt weiss glänzen, im durchfallenden Lichte die umhüllende Schale als äusseren und inneren Ring unterscheiden lassen und im Inneren der Kugel mehr oder weniger dicht gehäufte Granula enthalten. (Taf. XIII. a). Man kann in den Kügelchen, in der granulösen Ausfüllungsmasse eingeschlossen, hie und da einzelne oder auch einige Bläschen unterscheiden, (Taf. XIII b. c.). Ferner beobachtet man Kügelchen, deren ziemlich gleichgrosse Granula ein etwas grösseres (XIII. d.), bei durchfallendem Lichte stärker Licht brechendes Granulum umschliessen.

Die Masse der Granula bleibt als geballtes Klümpchen, wenn die umschliessende Hülle, die Schale, mit verdünnter Essigsäure zerstört wird, in nahezu unverändert sphärischer Form des vorherig schaligen Umrisses erhalten.

Etwas grösser als die eben geschilderten Kügelchen finden sich, etwa $0._{02}$ Millimeter, aus Schale und granulöser Füllmasse bestehende Körperchen, nicht ganz kugelig, etwas zu kuchenbreiter Form neigend, im Umrisse auf einer Seite des Randes gerade gezogen, selbst eingekerbt. Sie zeigen die gleiche schwach gelbbräunliche oder moosgrüne Färbung des Körpers, wie die kugelrunden, geschilderten Körperchen, wenn man bei durchfallendem Lichte beobachtet. Die farbige Masse umschliesst einzelne stärker lichtbrechende Bläschen, erscheint im Uebrigen als granulöses Gefüge oder unregelmässig blättrigrissige Substanz. (Taf. XIII e. f. g.)

An den buchtig verzogenen Formen kann man ungleiche (Fig. f) Häufung der Granula wahrnehmen und endlich solchen Verdichtungsknollen entsprechend stärker ausgebildete Bläschen, welche, wenn man die Substanz, in welcher die Probe schwimmt, das

XIII



Tafel XIII.

Jugendformen. a—u.

Fig. 1 Globigerina bulloides, Durchschnitt,
„ 2 „ „ von unten,
„ 3 „ „ „ oben,
„ 4 „ „ „ vorne,
„ 5 „ aequilateralis von unten,
„ 6 „ „ „ vorne,
„ 7 „ „ „ unten,
„ 8 „ „ „ vorne,
„ 9 „ biloculata,
„ 10 „ ocellata von oben,
„ 11 „ „ „ unten,
„ 12 „ pachyderma von vorne,
„ 13 „ „ „ unten,
„ 14 „ „ „ oben,
„ 15 „ regularis in durchfallendem Lichte,
„ 16 „ regularis von unten,
„ 17 „ „ „ oben,
„ 18 „ „ vom Rücken,
„ 19 „ glutinata von vorne,
„ 20 „ „ „ oben,
„ 21 „ „ „ unten,
„ 22 „ radians „ „
„ 23 „ „ „ vorne,
„ 24 „ „ „ oben,
„ 25 „ digitata „ unten,
„ 26 „ cretacea „ vorne,
„ 27 „ „ „ unten,
„ 28 „ „ „ oben,
„ 29 „ concinna in durchfallendem Lichte,
„ 30 „ concinna von unten,
„ 31 „ „ „ vorne,
„ 32 „ „ „ oben,
„ 33 „ diplostoma von oben,
„ 34 „ „ „ unten,
„ 35 „ quadriloba,
„ 36 „ dubia von oben,
„ 37 „ „ „ vorne,
„ 38 „ „ „ unten,
„ 39 „ trochoides von der Seite,
„ 40 „ „ „ unten,
Fig. 41 Globigerina trochoides von oben,
„ 42 „ rubra von vorne,
„ 43 „ „ „ unten,
„ 44 „ „ „ oben,
„ 45 „ inflata „ „
„ 46 „ „ „ vorne,
„ 47 „ „ „ unten.
„ 48 Sphaeroidina bulloides von der Seite,
„ 49 „ „ „ oben,
„ 50 Globigerina sacculifera „ „
„ 51 „ „ „ unten,
„ 52 „ helicina,
„ 53 Hastigerina pelagica von vorne,
„ 54 „ „ „ oben,
„ 55 Globigerina conglobata von oben,
„ 56 „ „ „ unten,
„ 57 Candeina nitida,
„ 58 Sphaeroidina dehiscens,
„ 59 „ „
„ 60 Globigerina digitata von oben,
„ 61 „ „ „ unten,
„ 62 Pullenia obliqueloculata von vorne,
„ 63 64 „ „ „ d. Seite,
„ 65 Globigerina globularis von oben,
„ 66 „ „ „ unten,
„ 67 „ „ „ vorne,
„ 68 „ „ Schliff,
„ 69 70 „ sphaeroides von der Seite,
„ 71 „ triloba vom Rande,
„ 72 „ „ von unten,
„ 73 „ „ „ oben,
„ 74 „ „ „ unten,
„ 75 „ „ vom Rande,
„ 76 „ „ von oben,
„ 77 „ dubia durchscheinend,
„ 78 „ ocellata mit 5 Kammern,
„ 79 „ pachyderma mit fünf Kammern,
„ 80 „ hastata,
„ 81 „ marginata von vorne,
„ 82 „ „ „ unten,
„ 83 „ „ „ oben.

Glycerin, in Bewegung setzt, immer ihre gleiche Stellung wieder einnehmen, sobald die Flüssigkeit wieder in Ruhe gekommen ist, während die rollende Figur die Bläschen verschiedentlich verschoben erkennen lässt.

Zarte, mehr durchscheinende Schalen (Fig. g) gestatten die Wahrnehmung einer vom Rande her gegen die Mitte sich aufblätternden feinen Riss-Spalte, wie sie bei (Fig. k) ausgebildeten Gehäusen dem Mündungsspalt der Schlusskammer entspricht.

Dieser Schalenaufbau gibt in fortschreitender, blätteriger Abgränzung (Fig. h, i, k) der Masse in Kammern ein fertiges Gehäuse, welches vier Kammern einer Windung darstellt. Im Wachsthum neue Windung bildend behalten die Gehäuse die Anfangswindung auf der oberen Fläche der Gehäuse rudimentär angedeutet. Fortgesetzt an Umfang zunehmend spaltet sich die letzte Kammer vom Nabelsaum aus und setzt, eine neue Zwischenwand einschiebend, neue Kammern an. Aus diesem Vorgange entwickeln sich in der Gruppe der Globigerina bulloides die pachyderma, ocellata, regularis u. s. w.

Ein anderer Schalenaufbau der Globigerina führt zu anderen Formen von Globigerina.

Eine kugelige Schale setzt neben sich eine zweite, meist etwas (Fig. r u. u) kleinere an, und auch hier trifft zu, dass der innere Theil der umhüllenden Schale körnelig gebildet erscheint. Häufig finden sich solche Doppelschalen ohne Körnelung, oder es ist die eine dieser Kammern luftgefüllt. Wahrscheinlich haben die körnerfreien Schalen ihren körneligen Inhalt verloren. Aus der Doppelschale entwickeln sich verschiedene Richtungen des Aufbaues.

Die Anfangszelle setzt neben der zweiten, gleichgrossen eine dritte grössere an, und drei Kammern bilden das (Fig. o, s, t) Gehäuse. Die Grundform der Globig. triloba ist hier vollständig ausgebildet und erhält sich bis zu beträchtlichem Schalenumfang.

Wenn zwei gleich grosse kugelige Gehäuse ein drittes neben (Fig. o) sich ansetzen, bildet sich eine Spira aus. Entwickelt sich die Spira in der Ebene, so folgt, wenn die Kammern kugelig bleiben, die Reihenfolge von Globig. concinna, diplostoma, cretacea.

Wenn die Anfangskammern sich nicht so scharf abtrennen, sondern sich aufrichten und mehr in einander eingeschlossen in schneckenhausartiger Anreihung fortwachsen, bildet sich die kugelige Globigerina dubia, rubra, trochoides u. s. w. aus.

Es ist nicht möglich, bei jedem einzelnen Kügelchen zu erkennen, für welche Gruppenreihe es Grundlage werden sollte. Diejenigen Formen aber, welche eine Centralkammer mit scharflinigen seitlichen Kammern, deren Enden eckig der Peripherie zugewendet sind, darbieten, lassen schon bei zwei und drei Kammern erwarten, dass sie für Rotalina-Formen die Ausgangszellen sind, (Fig. l, m.) nicht für Globigerina.

Die Globigerinen entwickeln sich

1. in kuchenförmiger Einrollung mit vier Kammern der Schlusswindung
   a) als *Globig. ocellata*, mit dorniger Schale,
   b) „ „ *pachyderma*, mit dicker Schale,
   c) „ „ *regularis*, mit stumpf viereckigem Umriss,
   der Querschnitt des Randprofiles ist ein Oval.
   d) *Globigerina bulloides* erhebt sich mit den der Schlusswindung vorausgehenden Windungen schwach gewölbt auf der oberen Fläche und bildet im Querschnitt des Randprofiles eine seitliche Ausbuchtung des Ovales nach der einen, der oberen Fläche entsprechenden Seite.

2. Bei Globigerina pachyderma, ocellata und bulloides schiebt sich sehr häufig, ohne den Gesammtumriss wesentlich zu ändern, eine fünfte Kammer theilweise oder ganz ein.

Die in der Schlusswindung fünfkammerigen Gehäuse streben nach verschiedener Richtung des Aufbaues auseinander.

a) Die in der Ebene sich aufrollenden, von durchaus kugeligen Kammern gebildeten Gehäuse haben in *Globig. aequilateralis* den auf beiden Seiten gleichen Repräsentanten.

b) Bleibt die Nabelfläche mehr offen, während die Rollfläche sehr regelmässige Windungen zeigt, so tritt *Globig. concinna* auf.

c) Etwas derbere Schalenstruktur, weniger gleichmässig abgezirkelte Kammerabtrennung bei sehr schwacher Wölbung, auf der Nabelfläche mit einer oder mehreren Oeffnungen, hat *Globig. diplostoma.*

d) mit einer gut ausgebildeten Windungsabgränzung rollt sich, einen kantig gebordeten Rand bildend, *Globig. marginata* ein.

3. Setzt sich eine sechste Kammer in der Schlusswindung an, ohne dass die spirale Ebene verlassen wird, dann ist

a) *Globigerina cretacea* gegeben. Bildet sich die obere Fläche in discorbinaartig geschlossener Wölbung aus bei tiefer Nabeleinsenkung, dann ist die Globigerina eine

b) *globularis.*

4. Der kugelige Aufbau des Gehäuses mit convexer, in der Mitte vertiefter, drei bis fünf Kammern zeigender Nabelfläche und im Schneckengewinde aufgerichteter Rollung der oberen Fläche bringt

Globigerina dubia mit dicht poröser, aber fast mattebener Schalenfläche und kugeligen Kammern,

Globigerina rubra mit mehr rauher Oberfläche, derberen Poren und rother Färbung der Schaleninnenfläche,

Globigerina trochoides mit demselben Bau, aber weniger regelmässig gerundeten und nicht so deutlich abgetrennt gelagerten Kammern wie bei Globig. rubra. Die sehr rauhe Oberfläche hat weniger ausgeprägte Porenränder.

5. Eine für sich selbständige Form mit sehr gewölbter Nabelfläche, eingesunkener Rollfläche, kantigem Kiel bildet *Globigerina inflata.*

6. Der Globigerina bulloides nahestehend, aber nur aus drei Kammern in der Schlusswindung bestehend, ist *Globig. triloba.*

Indem die Kammern der Schlusswindung in Kuchenform sich verlängern, der Aneinanderschluss der Kammern sich mehr lockert, entsteht *Globig. sacculifera*, wenn die letzteren Kammern centrifugal sich vergössern und verlängern, während die Anfangswindung der Globig. bulloides entsprechend eine kurze Kammerreihe einschliesst, bildet sich *Globigerina digitata.*

Schon in sehr kleinen Gehäusen scheidet sich die dreikammerige Globigerina nicht nach Art der triloba durch bestimmte Abgränzung in drei an Grösse sehr ungleiche Kammern, sondern das Gehäuse behält Kugelform, es trennen nur wenig tief einschneidende Zwischenlinien die drei fast gleichgrossen Kammern der einzig sichtbaren Schlusswindung, *Globigerina sphaeroides.*

Mit fortschreitendem Wachsthum finden die einzelnen Umgänge einschneidendere Absonderung, es behalten die Gehäuse dabei Kugelform, *Globigerina conglobata.*

Breit auseinander gelagert, mit centraler Aufrollung, aber unregelmässig lappenförmig nach zwei Richtungen sich ausdehnend, tritt *Globigerina helicina* auf.

In manchen Grundproben sind Schalen von mehr jugendlichen Gehäusen, aus zartem Chitinfilz gebildet, zu finden. Sie haben vorzugsweise die Form der Globigerina

triloba mit gleichmässigem kugeligem Kammerumriss. Die Oberfläche ist zartfilzig, matt, selbst mit Dornchen besetzt. Die Schale ist dünn, *Globigerina glutinans*.

Gar nicht selten sieht man auf der Schalenoberfläche einzelne Stachelchen zerstreut. Sie finden sich bei den verschiedenen Arten, bei Globig. aquilateralis, radians, diplostoma, und es lässt sich eine Globig. spinulosa desshalb nicht einmal als Varietät festhalten.

Globigerina bilobata d'Orbigny.

(Taf. XIII. 9.) d'Orbigny, die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Gazelle: Westküste Afrikas St. 17 — 677 M. selt.

d'Orbigny beschreibt als seltenes Vorkommen eine zweikammerige Globigerina aus dem Tertiärlager von Nussdorf, welche 1 Millimeter Grösse erreicht, im ganzen länglich geformt und aus zwei ungleichen Kammern gebildet ist, welche grosse Porenlöcher tragen.

Carpenter glaubt, dass, was d'Orbigny für Globiger. bilobata hält, nur zweikammerige Orbulinen gewesen seien, welche anzutreffen nicht gerade gar so grosse Seltenheit sei.

In der Probe von Station 17, finden sich zweikammerige Gehäuse, welche zusammen eine Länge von $0._{055}$ Millimeter haben, aus zwei kugeligen Kammern von nahezu gleicher Grösse gebildet sind. Die Kammern trennen sich geradlinig ab und auf einer der Kammern sitzt in Mitte oder etwas seitlich auf der das Gehäuse halbirenden Linie der Scheidewand eine halbmondförmige Oeffnung. Die Schale ist sehr dünn und mit Spuren von Rauhheit bedeckt.

Globigerina (Rotalia) ocellata Ehrenberg.

(Taf. XIII. 10. 11. 78.) Ehrenberg — Mikrogeologie. 1854.

Ehrenberg bildet diese Art als Colpopleura ocellata aus kreideartigem, weissem Kalkmergel von Caltanisetta ab.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verdeinseln St. 13 — 69 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. einige; westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 86a — 1188 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; zwischen Mauritius und Kerguelen St. 74 — 3968 M. häufig; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 78 — 2908 M. mehrf., St. 80 — 3987 M. häufig; Timor St. 92 — 5523 M. einige; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. mehrf.

Das Gehäuse hat Kuchenform, ist im Umriss hinten stumpf gerundet, oben gewölbt, unten geradlinig, vorne in eine Ecke ausgezogen, welche durch vorspringende Dornen ausgezeichnet ist. Die Schale ist oben mehr und unten flach gewölbt, am Rücken gerundet, zeigt nur die Schlusswindung, aus vier bis fünf Kammern gebildet. Im durchfallenden Lichte nimmt man in der Regel die vorausgehende, von der Schlusskammer eingeschlossene Anfangswindung wahr. Die Scheidelinien der Kammern in der Schlusswindung sind nicht tief gewölbt, wie es Globigerinen zukommt, sondern schmal, so dass nach Umriss und Kammergestalt eine Pulvinulina Menardii als Jugendform gedacht werden könnte. Allein die Rundung des Rückens, der Mangel feiner, dichtstehender Poren, wie sie Pul. Menardii auszeichnen, schliesst diese Identität aus. Die Oberfläche der Schale, welche nicht selten sehr durchsichtig dünn ist, zeigt den Ansatz zerstreut stehender Dornen, welche namentlich am vorderen Rande der Schlusskammer vorragen.

Diese Form kann nur als Jugendform zu der Gruppe der Globig. bulloides gelten, von ihr aus lassen sich die Uebergänge in Globig. pachyderma, diplostoma, bulloides vielfach verfolgen. Sie beginnt mit den kleinsten Schalen und verliert ihre eigenthümliche Form in der Regel, wenn sie über $0._{10}$ Millimeter hinauswächst.

Globigerina pachyderma Ehrenberg.

(Taf. XIII. 12—14. 79.) Brady 600.

Nach Brady ist Globig. pachyderma eine Form des hohen Nordens, wo sie der häufigste Repräsentant der Globigerinen ist und zuweilen für sich oder in Gesellschaft von Globig. bulloides vorkommt.

Gazelle: Madeira St. 9 — 5057 M. einige; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. häufig; Kerguelen St. 55a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. häufig, St. 59 — 1483 M. mehrf.; zwischen Mauritius und Kerguelen St. 71 — 4518 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 78 — 2908 M. einige, St. 79 — 3548 M. mehrf.; Neuguinea St. 102 — 2350 M. mehrfach; zwischen Australien und Südamerika — 5066 M. einige; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. häufig.

Es ist nach dem Ausspruche Brady's, diese Art sei eine den arktischen Regionen eigenthümliche, nicht ganz gerechtfertigt, die Bezeichnung pachyderma auf alle dickschaligen Globigerinen anzuwenden, welche nur eine Windung mit vier Kammern, keine Nabelgrube, eine rauhe Oberfläche haben. Die von Brady gegebene Abbildung (CXIV. 19. 20) stimmt aber mit den gut ausgebildeten vorliegenden Gl. pachyderma so sehr überein, dass dieser treffend bezeichnende Namen beibehalten wird.

Breitovale Kuchenform, breit gerundeter Rücken, vier bis fünf Kammern in der gewöhnlich einzigen sichtbaren Windung, die Anfangswindung selten zu erkennen, linienförmige, wenig gewölbte Einschnitte als Kammerscheidewände, die Oeffnung ein Spalt am Schluss der letzten Kammer radial zur Nabelmitte. Die Oberfläche ist rauh von derben Porenwällen, einzelne derselben verlängern sich zu kurzen Dornen. Bei durchfallendem Lichte sieht man, dass die Schale aus übereinander gelagerten Schichten gebildet wird. Der Schalendurchmesser hat $0._{03}$—$0._{15}$ Millimeter.

Von Globig. bulloides, in welche sie unter verschiedenen Variationen übergeht, unterscheidet der ovale Umriss des Randprofiles, die fehlende Aufrollungserhöhung der oberen Fläche.

Globigerina regularis d'Orbigny.

(Taf. XIII. 15—18). d'Orbigny, die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Brady vereinigt diese Art mit Globigerina bulloides.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 3501 M. mehrf.; zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. einige; Westafrika St. 17 — 677 M. selten; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. einige, St. 53 — 366 M. mehrf., St. 55a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59ab — 1485 M. einige; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 70 — 4215 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Ausralien St. 79 — 3548 M. einige, St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 86a — 1188 M. selt., St. 87 — 915 M. selt., St. 87b — 1287 M. mehrf., St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. einige; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selten; Fidschiinseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. selten, St. 130 — 1655 M. einige; zwischen Fidschi und Südamerika St. 141 — 4460 M. selt., St. 142 — 3658 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selt.

Bei $0._{08}$—$0._{20}$ Millimeter Scheibendurchmesser charakterisirt sich Glob. regularis durch eine an den Ecken gerundete Vierecksform. Anscheinend sind nur die vier fast gleichgrossen Kammern der Schlusswindung sichtbar, die Nähte schneiden nicht tief ein, bilden am Umrisse nur sanftwellige Einbuchtungen. Der Rand der Schale ist breit gerundet, die Form des Querschnitts im Randprofil ist ein Oval. An sehr gut erhaltenen, nicht zu dickschaligen Gehäusen unterscheidet man in der Mitte die enggerollten Anfangswindungen bei durchfallendem Lichte. Die obere Fläche tritt nicht mit einer Spiralhaube hervor wie diess bei Globig. bulloides der Fall ist, auch unterscheidet sich letztere durch die tiefere Einsenkung der Nähte. Die Oberfläche ist rauh porös, die Mündung selten deutlich am Nabelsaum der letzten Kammer. Die Nabelfläche ist mässig eingedrückt.

Dickschalige Exemplare nähern sich Globig. pachyderma. Sehr vielfältig führen Uebergangsformen zu Globig. bulloides oder pachyderma.

Globigerina quadriloba d'Orbigny.

(Taf. XIII. 35.) d'Orbigny — Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Globigerina aus dem Tertiär von Nussdorf.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selten; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selten; Fidschi St. 129 — 2432 M. selt.

Das Wesentliche dieser Art ist nach d'Orbigny das Vorhandensein einer einzigen, aus vier gleichgrossen Kammern gebildeten Windung.

Das Gehäuse hat $0._{21}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist aus vier Kammern gebildet, welche durch breite Einschnitte ziemlich deutlich von einander getrennt sind, ziemlich gleiche Grösse haben und die obere und untere Fläche fast gleich gebildet zeigen. Die Oberfläche ist rauhporös, die Mündung nicht deutlich. Die Randansicht bietet ein Oval.

Diese Varietät von Glob. regularis unterscheidet sich von letzterer durch die tiefere Abtrennung der Kammern. Von Glob. bulloides ist sie durch den Mangel der Anfangswindung unterschieden.

Globigerina radians n. sp.

(Taf. XIII. 22—24.)

Gazelle: Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Fidschiinseln St. 130 — 1655 M. selt.

Die Schale erreicht $0._{35}$ Millimeter Höhe bei $0._{27}$ Breite, findet sich selten in grösseren, häufig in kleineren Dimensionen. Sie kennzeichnet sich durch einen eigenthümlich losen Aufbau, welcher in der letzten Windung vier bis fünf kaum zusammenhängende, in der Regel mit ihrer längeren Achse senkrecht zum Mittel der Schale gerichtete Kammern hat. Das Wachsthum dieser Kammern nimmt sehr rasch zu, die letzte Kammer ist viel grösser als die vorhergehende, und so zurück. Die Anfangswindung ist nur dürftig entwickelt. Die Seiten sind flach, die Nabelfläche ist wohl vertieft, aber in der Mitte völlig offen. Die Oberfläche ist rauh, stachelig.

Von Globig. digitata unterscheidet die Form der hier gerundeten, dort zugespitzt verlängerten Kammern, von Globig. aequilateralis die seitliche Aufrollung, die strahlig abstrebende Kammerstellung. Glob. quadrilobata d'Orb. hat gleichmässigere Kammergrösse und stets nur vier Kammern.

Globigerina bulloides d'Orbigny.

(Taf. XIII. 1—4.) d'Orbigny — Foraminiferen des österreichischen Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny schildert diese Art aus dem Wiener Tertiärbecken fossil, lebend aus dem Adriatischen Meere. Brady weist ihr fossiles Vorkommen von der Kreide an nach. Lebend ist sie nach ihm Kosmopolit.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. mehrf.; zwischen Madeira und Cap Verde-Inseln St. 3 — 5057 M. häufig; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. häufig, St. 13 — 69 M. mehrfach; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. häufig, St. 18 - 68 M. häufig; Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. mehrf.; Capstadt St. 37 — 91 M. mehrf.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. selt., St. 53 — 366 M. mehrf., St. 55a — 104 M. häufig; Mauritius St. 65 — 137 M. mehrf., St. 66 — 411 M. mehrf., St. 67 — 347 M. einige; Neu-Amsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59 a — 1485 M. mehrf., 59 b — 1485 M. mehrf.; zwischen Neu-Amsterdam und Australien St. 78 — 2906 M. einige, St. 79 — 3548 M. einige, St. 80 — 3987 M. einige; Westl. Australien St. 85 4298 M. selt., St. 86a — 1188 M. selt., St. 87 — 915 M. mehrf., St. 87b — 1187 M. mehrf., St. 90 — 359 M. häufig; Timor St. 95 a u. b — 4078 M. häufig. St. 96 — 2987 M. einige; Neuguinea St. 101a — 55 M. mehrf., St. 102 — 3145 M. häufig, St. 103 — 832 M. mehrf., Stat. 104 — 1820 M. mehrf., St. 104a — 3 M. einige, St. 107 — 2798 M. einige, Stat. 108 — 3220 M. einige; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. mehrf.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. einige; Zwischen Fidschi und Südamerika St. 140a — 5066 M. selt., St. 141 — 4160 M.

mehrf., St. 142 — 3658 M. mehrf.; Montevideo St. 154 — 3924 M. selt.; Zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. mehrf.; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. einige.

Globigerina bulloides ist nach d'Orbigny ein mehr breites als hohes Gehäuse, runzlig, fein durchbohrt, oben mehr convex als unten, in der Mitte genabelt. Von den zwei wenig bestimmt getrennten Windungen ist die letzte gebildet von vier kugeligen Kammern, deren letzte eine ziemlich weite Oeffnung hat.

Brady vereinigt unter Globig. bulloides eine ziemlich grosse Anzahl von Formen, welche von anderen Autoren als besondere Arten beschrieben sind.

Die typische Form ist kugelig, hat auf der oberen Fläche eine mässige Wölbung, rollt sich da in enger Mittelwindung mit einer centralen Anfangskammer auf, bildet eine verhältnissmässig grosse Schlusskammer, welche aus vier kugelförmigen Kammern besteht. Die Nabelfläche zeigt nur die vier Kammern der Schlusswindung, in der Nabelmitte stossen diese Kammern, eine unbestimmte Grube bildend, aneinander. Die letzte Kammer hat am Nabelsaume einen halbmondförmigen Schlitz als Mündung. Die Oberfläche der Schale ist rauh, mit bald mehr, bald weniger umwallten Poren dicht besetzt, zuweilen finden sich auch Stacheln auf der Oberfläche.

Von den gleichfalls vier Kammern in der Nabelfläche zeigenden übrigen Globigerinen unterscheidet sich Globig. bulloides durch die Wölbung der oberen Fläche, welche in der Randansicht von vorn die obere Fläche mit der Mittelwindung etwas seitlich vorstehen lässt. Der Schalendurchmesser beginnt von den kleinsten, unterscheidbaren Dimensionen, geht bis zu $0._{30}$ Millimeter.

Uebergänge finden statt nach allen Formen, welche der Gruppe der Gl. bulloides angehören.

Gehäuse aus der Grundprobe von Station 18 zeigen die Kammern der Schlusswindung mit mehr kuchenförmiger Verflachung und nähert sich besonders deren Schlusskammer der Gestalt der jüngeren Gl. sacculifera.

Globigerina concinna Reuss.

(Taf. XIII. 29—32.) Reuss, Neue Foraminiferen aus den Schichten des Oesterreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Reuss beschreibt diese Art aus dem Tertiärtegel von Grinzing. Brady vereinigt sie mit Glob. bulloides.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verde-Inseln St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verden St. 10 — 3328 M. einige; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. mehrf.; Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Kerguelen St. 52 — 366 M. einige, St. 55a — 104 M. einige; Mauritius St. 67 — 347 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59 — 1485 M. mehrf.; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. selten, St. 86a und b — 1187 M. mehrf., St. 87 — 915 M. selt., St. 90 — 359 M. mehrf.; Timor St. 95b — 4078 M. selt.; Neu-Guinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. einige, St. 107 — 2798 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. einige; Südamerikaspitze St. 141 — 4280 M. einige; Atl. Ocean St. 157 — 2782 M. selt., St. 162 — 3822 M. einige.

Globigerina concinna zeichnet sich aus durch eine fast ebene Aufrollung, bei welcher mit der Schlusswindung auch die Anfangskammer und die Mittelwindung deutlich sichtbar bleiben. Die Gehäuse überschreiten selten im Flächendurchmesser $0._{20}$ Millimeter. Die Schale bleibt mässig dick, im durchfallenden Lichte bieten die Gehäuse das schöne Bild einer im Kreise sich folgenden Reihe von Ringen, welche als scharfe Doppellinien sich abheben. Die Schlusswindung zählt fünf Kammern. Die obere Fläche des Gehäuses ist eben, die Nabelfläche ist eingedrückt. In der Randansicht neigt die letzte Kammer überhängend gegen den Nabel herein. Die Schalenoberfläche ist matt bis rauh, die Mündung sitzt am Nabelsaum der letzten Kammer.

Globigerina diplostoma Reuss.

(Taf. XIII. 33. 34.) Reuss, Neue Foraminiferen aus den Schichten des Oesterreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Reuss beschreibt diese Art aus dem Tertiär von Nussdorf, Baden, Möllersdorf, Grinzing, Wurnitz, Rohitzsch, Felsö Lapugy, Wieliczka. Brady vereinigt sie mit Globigerina bulloides.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. einige; Cap Verden St. 10 — 3328 M. selt.; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59b — 1485 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; zwischen Mauritius und Neu-Amsterdam St. 74 — 3966 M. einige; zwischen Neu-Amsterdam und Australien St. 78 — 2906 M. selten, St. 80 — 3987 M. selten; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. mehrf., St. 87 — 915 M. einige, St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige, St. 92 — 5523 M. einige; Timor St. 95a und 95b — 4078 M. einige; Amboina St. 101a — 55 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. einige, St. 104 — 1880 M. mehrf.; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. einige; zwischen Fidschi und Südamerika St. 142 — 3655 M. selt.; Montevideo St. 154 — 3924 M. einige.

Globigerina diplostoma ist eine Gl. concinna mit mehr kräftiger und rauher Schale. Sie hat $0._{20}$ — $0._{30}$ Millimeter Scheibendurchmesser, rollt sich auf der oberen Fläche eben, vertieft sich auf der untern Fläche zu einer offenen Nabelgrube, welche aber nicht selten durch Krustenauflagerung verdeckt ist. Der Rücken ist gerundet, die Oberfläche der Kammern hat Poren mit rauh erhabener Zwischenmasse. Gehäuse, deren Nabelfläche nicht verkrustet ist, zeigen am Nabelsaum der letzten und vorletzten, manchmal auch drittletzten Kammer eine halbmondförmige Mündung. Die Reihenfolge der Kammern in der Schlusswindung lässt nicht selten eine Ungleichheit der Kammerstellung in der Art wahrnehmen, das die Kammern, die eine nach oben, die folgende nach unten, dann wieder nach oben und weiter nach unten, etwas von der Ebene der Aufrollung abweichen. Die letzte Kammer ist nicht selten kleiner als die vorletzte.

Globigerina marginata Reuss.

(Taf. XIII. 81—83.) Brady 597.

Aus der Kreide beschreibt Reuss diese Art als Rosalina marginata, lebend wird sie von Parker und Jones (nach Brady) als in der Arktischen See und in dem nördlichen Atlantischen Ocean vorkommend angegeben.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 92 — 5523 M. selt.

Das Gehäuse hat rundlichen Umriss, ist auf beiden Flächen etwas gewölbt, am Kiel stumpfschneidig. Die Schale misst in der Scheibenfläche $0._{12}$ Millimeter, die obere Fläche zeigt deutlich eingerollte Anfangs- und Mittelwindung mit ebenso bestimmten Scheidelinien der Kammern. Die Zahl der Kammern in der Nabelfläche ist sechs. Die Kammerscheidewände laufen ziemlich seicht und gerade vom Rand zur Nabelmitte. Die Oberfläche der Schale trägt Strunke verlorener Stacheln. Der Kiel ist nicht besonders vom Schalenkörper abgetrennt, scheint aber doch wie ein schmaler Saum durch. Ob die wenigen gefundenen Exemplare wirklich zu Globigerina gehören, steht nicht ausser Zweifel.

Globigerina aequilateralis H. B. Brady.

(Taf. XIII. 5—8.) Brady 605.

Es werden von Brady Cassidulina globulosa Egger von Ortenburg und Phanerostomum asperum Ehrenberg aus der Rügener Kreide als fossile Synonyme mit Globig. aequilateralis zusammengenommen in eine Art. Von Cassid. globulosa trifft diess nur insoweit zu, als diese keine Cassidulina, sondern eine Globigerina ist, welche concinna sich nähert.

Lebend ist diese Globigerina bekannt aus dem nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5103 M. einige; zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. einige; Cap Verden St. 10 — 3328 M. einige; Westafrika St. 17 — 677 M. mehrf.; Neu-

amsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59 — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 86 a — 1188 M. selt., St. 87 — 915 M. einige; St. 87 b — 1187 M. mehrf., St. 90 — 359 M. einige, St. 92 — 5523 M. mehrf.; Timor St. 95 a. b — 4078 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.; St. 104 — 1820 M. mehrf., St. 107 — 2798 M. mehrf.; östl. Australien St. 116 — 951 M. einige; Fidschi St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. einige, St. 130 — 1655 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. selt.

Der Scheibendurchmesser erreicht $0._{50}$ Millimeter. Das Gehäuse ist aus wenigen Kammern gebildet, welche sich als einzige Windung in der Horizontalebene aufrollen. Zuweilen ist auf der oberen Fläche die Anfangswindung als rudimentärer Knopf erhalten. Die Nabelfläche ist etwas vertieft. Fünf Kammern bilden in der Regel die einzige entwickelte Windung. Die Kammern haben Kugelgestalt, werden durch sehr tiefe Einschnitte getrennt, nehmen in sehr raschem Wachsthum bedeutend an Grösse zu. An gut erhaltenen Gehäusen kann man in der Nabelvertiefung die saumständige Mündung der letzten, vorletzten, zuweilen auch drittletzten Kammer beobachten. Die Oberfläche ist matt bis rauh, hat derbumwallte Poren, oder erscheint auch abgerieben matt ohne deutliche Poren. Auch vorspringende Stachelstrunke sind zu erkennen.

Globigerina cretacea d'Orbigny.

(Taf. XIII. 26—28.) d'Orbigny — Mémoire sur les Foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris. 1839.

d'Orbigny beschreibt diese Art von St. Germain und England als Kreideversteinerungen.
Brady vereinigt unter diesem Namen eine grosse Reihe von Synonymen, gibt aber über das Vorkommen der lebenden Art keine Fundorte, sondern bezeichnet sie nur allgemein als die weitestverbreitete mikroskopische Art aus der Kreide.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59 b — 1485 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. mehrf., St. 107 — 2798 M. einige, St. 108 — 3220 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. häufig, St. 129 — 2432 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. einige; Mitte des Atlant. Oceans St. 162 — 3822 M. einige.

d'Orbigny schildert diese Art als annähernd kreisrund, niedergedrückt, wenig gewölbt, aus drei Windungen gebildet, deren Kammern kugelig, ein wenig verdrückt erscheinen, von tiefen Einschnitten getrennt. Die Nabelfläche ist eingedrückt, der Nabel weit und tief, die Oberfläche ist rauh, selbst dornig. Die Mündung sitzt am Nabel. Die Kammerzahl der Schlusswindung ist fünf.

Aus Kreidesand von Hamm zur Vergleichung genommene Gehäuse stimmen mit dieser Formbeschreibung, nur überschreitet die Kammerzahl der Schlusswindung die fünf in der Regel, und auch die von der Gazelle gelotheten Proben enthalten fast durchgehends Gehäuse, deren Schlusswindung sechs Kammern zählt. Die obere ebene Fläche, in welcher die deutlich sichtbaren Mittelwindungen bis zur Anfangskammer zurück sichtbar liegen, die kugelige Gestalt der Kammern, der weit offene tiefe Nabel kennzeichnen diese Art. Die Poren stehen gleichmässig, aber scharf gerandet, werden häufig von rauher Zwischenmasse umschlossen. Der Scheibendurchmesser hält $0._{25}$ bis $0._{50}$ Millimeter.

Globigerina (Rosalina) globularis d'Orbigny.

(Taf. XIII. 65—68.) d'Orbigny — Tableau méthodique des céphalopodes. 1826.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verde-Inseln St. 9 — 5057 M. einige; Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.; westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 86 a — 1188 M. einige, St. 87 — 915 M. mehrf., St. 85 — 4298 M. mehrf., St. 87 b — 1187 M. häufig, St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 95 b — 4078 M. einige; Neuguinea St. 103 — 832 M. einige; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.

Unter der Bezeichnung Rosalina globularis bildet d'Orbigny im Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes eine aufgewachsene Foraminifere ab, welche, aus mehreren

Windungen aufgebaut, eine gewölbte obere, eine eingesunkene untere Fläche zeigt. Die obere Fläche ist gebildet aus einer runden Anfangszelle und einer Mittelwindung, an welche sechskammerig die Schlusswindung sich anreiht. Letztere setzt sich zusammen aus kugeligen Kammern, wie sie Globigerina cretacea hat. Die untere Fläche ist vertieft, zeigt die Schalenmitte durch die Vereinigung der Kammern nicht ganz ausgefüllt, so dass eine nicht scharf begränzte Nabelgrube bleibt. Die Oberfläche der Schale trägt rauhe Poren.

Mit diesem Befunde stimmen die hier eingereihten Formen von Foraminiferen grossentheils überein. Aus der flachen Gl. cretacea entwickeln sich nicht selten Gehäuse mit sehr dicht geschlossenen oberen Windungen, deren Wölbung wie bei Discorbina emporragt über die Schalenebene, und deren Säume und Kammernähte nach Art der Rotalinen sich in bestimmter Abgränzung durch Scheidewände trennen, welche im Flachschliff (Fig. 68) ganz deutliche Stege bilden. Die Poren nehmen an entwickelteren Exemplaren eine scharfe Rundung der Porenwälle an bei glatter Zwischensubstanz der Schale.

Globigerina dubia Egger.

(Taf. XIII. 36—38. 77.) Egger — die Foraminiferen der Miocänschichten von Ortenburg. 1857.

Brady stellt Gl. dubia als Varietät zu Gl. bulloides und bezeichnet ihr Vorkommen als lebend pelagisch und im Uferschlamm in dem nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. einige; zwischen Madeira und Cap Verde-Inseln St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. selt.; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Capstadt St. 37 — 91 M. einige; Kerguelen St. 50 — 3480 M. selt., St. 55 a — 104 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59 a. b. — 1485 M. mehrf.; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 74 — 3966 M. selt., St. 78 — 2906 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. mehrf.; Westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 87 b — 1187 M. mehrf.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. einige; zwischen Fidschi und Südamerika St. 141 — 4460 M. einige, St. 142 — 3658 M. selt.; Südamerikaspitze St. 144 — 4280 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3650 M. selt.; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. mehrf.

Wie bei der typischen Form aus dem Miocän von Ortenburg ist der Bau gedrungenkugelig. In der Schlusswindung zeigt die Nabelfläche vier oder fünf bauchige Kammern, welche um eine centrale Vertiefung gelagert sind. Die obere Fläche des Gehäuses ragt als gerundeter Kegel empor, welcher die Anfangs- und Mittelwindung enthält. In diesen wie in der Schlusswindung sind die bauchigen Kammern durch tiefe Einschnitte getrennt. Die Oberfläche der Schale ist fein porös oder matt, es finden sich aber auch rauhe Gehäuse, welche von Glob. rubra nur durch den Mangel der Rothfärbung verschieden sind. Der Scheibendurchmesser hat $0._{10}$ bis $0._{35}$ Millimeter. Die Mündung befindet sich am Nabelsaume der Schlusskammer.

Globigerina rubra d'Orbigny.

(Taf. XIII. 42—44.) Brady 602.

Die Heimat dieser Art sind die tropischen Meere, doch findet sich dieselbe auch im nördlichen wie im südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans, in der Südsee und im Mittelländischen Meere.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. einige, St. 13 — 69 M. mehrf.; westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. einige; westl. Australien St. 86 a — 1888 M. einige, St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. einige, St. 92 — 5523 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrfach, St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. mehrf.; Montevideo St. 154 — 3924 M. selt., Atlantischer Ocean St. 162 — 3822 M. mehrf.

Im Durchmesser $0._{10}$ bis $0._{30}$ Millimeter haltend sind die Gehäuse im Umriss mehr

oder wenig kugelig, zeigen nicht selten die Neigung, in der Aufrollung sich etwas kegelförmig zu gestalten. Die Schlusswindung hat 4 bis 5 kugelige, bald durch tiefere, bald durch weniger stark eingeschnittene Nähte getrennte Kammern. Die ersteren Windungen sind, gleichfalls mehr kugelig, wenn auch bedeutend kleiner, auf die Schlusswindung aufgesetzt. Die Schalenoberfläche ist rauh porös. Die Mündung sitzt am Schalenende, zuweilen auch am oberen Saum der Schlusskammer.

Die Färbung der Schale ist manchmal sehr schön purpurroth, häufig nur röthlich schimmernd. Auch finden sich Gehäuse, welche lebhaftes Roth zeigen, in der letzten Kammer aber nicht gefärbt sind.

Weniger hochspiralige, nicht deutlich gefärbte Gehäuse sind von rauhschaliger Globig. dubia schwer zu unterscheiden.

Globigerina trochoides Reuss.

(Taf. XIII. 39—41.) Reuss — Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. 1845.

Gazelle: Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf.

Diese von Reuss aus dem Plänermergel von Luschitz beschriebene Art wird von Brady mit Gl. rubra vereinigt. Kugelige, aus wenigen Kammern gebildete Gehäuse gehören als Jugendform vielleicht hieher. Mit Entwicklung der dritten und vierten Windung erhält das Gehäuse die von Reuss geschilderte trochoide Form. Die Kammern der Schlusswindung sind verhältnissmässig gross, kugelig, durch tiefe Einschnitte getrennt, die Schlusskammer trägt zuweilen nebst der centralen Saummündung noch eine entgegengesetzt stehende. Die Oberfläche der Schale ist rauh porös. Das ausgebildete Gehäuse hat ungefähr $0._{25}$ Millimeter Höhe. Die Nabelfläche ist fast eben und eingesunken. Die drei Kammern der Schlusswindung vereinigen ihre Scheidungslinien in der Nabelmitte. Die Mündung sitzt da als nicht sehr deutlicher Ausschnitt des Saumes. Die gewölbte obere Fläche zeigt einen allmähligen Anstieg der Windungen zum Centralknopf, die Kammern sind aber nicht ganz symmetrisch abgegränzt.

Von Glob. rubra ist Gl. trochoides verschieden durch den Mangel der Färbung, auch hat Globiger. rubra einen regelmässigeren Schalenaufbau, regelmässigere Kugelform der Kammern.

Globigerina sphaeroides nov. spec.

(Taf. XIII. 69. 70.)

Gazelle: Madeira St. 9 — 5057 M. selten; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. einige; Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. mehrf., St. 55a — 104 M. einige; Neu-Amsterdam St. 58 — 2624 M. selten, St. 59a und b — 1485 M. selten; zwischen Kerguelen und Australien St. 80 — 3987 M. mehrf.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. mehrf., St. 87b — 1187 M. mehrf., St. 90 359 M. mehrf.; Timor St. 92 — 5523 M. einige, St. 95a und b — 4078 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 832 M. selt., St. 108 — 3220 M. mehrf.; Neuseeland St. 118 — 2764 M. selt., St. 125 — 4151 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. mehrf., St. 130 1655 M. einige; zwischen Australien und Südamerika St. 141 — 4460 M. mehrf.; St. 142 — 3658 M. mehrf., St. 144 — 4260 M. mehrf.; mitten im Atlantischen Ocean St. 156 — 4050 M. selten.

Jugendliche Exemplare erscheinen wie Glob. triloba aus den drei Kammern der einzig sichtbaren Schlusswindung gebildet, nur schliessen sich die Kammern mehr umfassend aneinander, so dass das Gehäuse eine ziemlich gleichförmige Kugelgestalt erhält. Die Kammern sind sogar manchmal so zart abgetrennt, dass die Scheidelinien kaum wahrgenommen werden. Die Oberfläche ist stets rauhporös. Zuweilen gelingt es, die Mündung als halbmondförmigen Ausschnitt zu erkennen, wo die Schlusskammer mit ihrem querlaufenden Nabelsaum mit der Scheidelinie der vorausgehenden zwei Kammern zusammenstösst. Häufiger ist die Mündung krustig verdeckt. Grössere Gehäuse zeigen zwar keine ausgesprochene Mehrzahl von Windungen, es treten aber die halbkugeligen Kammern

mehr abgetrennt durch tiefere Einschnitte in grösserer Zahl an dem Schalenumriss hervor, und es entwickelt sich eine nicht ganz regelmässige Aufrollung, welche von einer centralen Anfangskammer ausgeht. Abgeriebene grössere Gehäuse sind von Sphaeroidina bulloides nicht zu unterscheiden. Die Gehäuse haben, von den ganz jugendlichen Schalen abgesehen, einen Durchmesser von $0._{10}$ — $0._{30}$ Millimeter.

Globigerina (sphaeroides) hastata nov. spec

(Taf. XIII. 80. XIV. 41. 42.)

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Ein ovales rauhschaliges Gehäuse von $0._{15}$ Millimetern Länge ist nicht deutlich in Kammern getrennt. nur stellenweise lassen sich Scheidelinien erkennen, denen zu Folge eine Aneinanderschliessung von Kammern stattfindet. Die Oberfläche ist uneben krustig, zwischen den schuppigen Rauhigkeiten der Schale treten feine unregelmässig vertheilte Stachelhaare hervor. Bei durchfallendem Lichte lässt sich eine innere, Globigerina gleichende Anfangs- und Mittelwindung wahrnehmen.

Ein Exemplar, in Taf. XIV Fig. 41. 42 abgebildet, ist eiförmig im Umriss, uneben auf der krustigen Oberfläche, mit Stacheln besetzt und lässt in Glycerin bei durchfallendem Lichte im Innern eine Globigerina concinna eingeschlossen erkennen.

Globigerina conglobata H. B. Brady.

(Taf. XIII. 55. 56) Brady 603.

Nach Brady fand sich diese Art pelagisch und gedretscht im nördlichen und südlichen Stillen und Atlantischen Ocean.

Gazelle: Cap Verden St. 10 — 3328 M. selt.; Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Neu-Amsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. einige; St. 90 — 359 M. selt.; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. einige, St. 130 — 1655 M. mehrf.; zwischen Fidschi und Südamerika St. 142 — 3658 M. selten.

Dem kugeligen Umriss zustrebend baut sich das Gehäuse mit engem Anschluss der Kammern auf, welche durch wenig eingesenkte Nähte getrennt, ihre schwach convexen Flächen auf der Kugelebene ausbreiten. Nur die letzte Kammer hebt sich mehr ab und bildet dabei ein breites Dach, dessen Rand auf dem Umriss sich mehr abhebt, als diess bei den vorausgegangenen Kammern der Fall ist.

Auf der einen Fläche gesehen, scheidet sich das Gehäuse in zwei Hälften, in eine obere, von der dachförmigen letzten Kammer gebildet, und in eine, aus zwei rundlich dreieckigen Kammern bestehende, untere Hälfte. Zwischen diesen zwei Hälften gräbt sich die Naht der letzten Kammer quer durch. Die andere Schalenfläche zeigt zwar auch das Dach der letzten Kammer, aber in der unteren Hälfte legen sich unterhalb der letzten Kammer vier kleinere, davon drei die vierte, centrale umfassen, symmetrisch an.

Das Gehäuse erreicht einen Millimeter Durchmesser. Die Oberfläche der Schale ist stets rauh und grobporös.

Die Oeffnung ist bei vielen Exemplaren eine mehrfache, und zwar ist die obere Fläche mit mehreren saumständigen, mehr rundlichen Oeffnungen besetzt. Auch die untere Fläche hat zuweilen einen mehr breiten halbmondförmigen Ausschnitt als Mündung.

Globigerina sacculifera H. B. Brady.

(Taf. XIII. 50. 51.) Brady 604.

Ist bekannt aus den Meeresgebieten vom 35° Südbreite bis zu 40° Nordbreite, Glob. conglobata ist ihr häufigster Begleiter.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verde-Inseln St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. selt., St. 13 — 69 M. selt.; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Neu-Amsterdam St. 59b — 1485 M. einige; Westl. Australien St. 86a — 1185 M. selt., St. 87 — 915 M. mehrf., St. 87b — 1187 M. einige; St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 95a und b — 4078 M. mehrf.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 108 — 3220 M. mehrf.; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. mehrf.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf.; St. 129 — 2432 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. mehrf.; Mitte des Atlantischen Oceans St. 162 — 3822 M. mehrf.

Globigerina sacculifera hat als Eigenthümlichkeit einen in die flache Kuchenform ausstrebenden Kammeraufbau, reiht nur die ersteren Kammern zu einer geschlossenen Windung, entwickelt rasches Wachsthum der einzelnen Kammern, deren Form dabei vom Kugelumriss unregelmässig abweicht und ungleich taschenförmige Gestalt gewinnt. Die Aneinanderreihung erscheint dabei nicht selten sehr locker bei den letzteren Kammern. Diese Lockerung wird begünstigt durch die Bildung grosser, meist am oberen Windungssaume angebrachter Oeffnungen, deren an einer Kammer zuweilen mehrere zu beobachten sind. Die Schlusskammer streckt sich kapuzenförmig mit einem oder auch zwei Stumpfhöckern radial aus. Die Schalenoberfläche trägt derbumwallte, grosse Poren. Die Grösse der Gehäuse erreicht im Flächendurchmesser manchmal beinahe einen Millimeter. Das abgebildete Gehäuse ist durch eine Doppelspitze am Ende der Schlusskammer ausgezeichnet.

Globigerina digitata H. B. Brady.

(Taf. XIII. 25. 60. 61.) Brady 599.

Nach Brady im südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans bis zu 1100 Meter Tiefe.

Gazelle: Neu-Amsterdam St. 59a — 1486 M. selt.; Westl. Australien St. 87 — 915 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. einige, St. 130 — 1655 M. einige.

Die Gehäuse sind im Umriss länglich, etwas flach, werden in einfacher Scheibe aufgerollt zu einer Anfangswindung von wenig abgegrenzten kugeligen Kammern, an welche sich die Schlusswindung anreiht mit anfangs kugeligen, dann mehr verlängerten, in der Höhe die Breite überschreitenden Kammern, deren letzte an Länge die vorhergehenden Kammern bedeutend übertrifft. Diese Verlängerung der letzten Kammer gibt derselben Aehnlichkeit mit einem gestreckten Finger. Die untere Fläche des Gehäuses ist eingesunken, an der Nabelmitte befindet sich die Mündung als weit offener Ausschnitt aus dem Saum der Schlusswindung.

Die Oberfläche trägt mittelgrosse, leicht umwallte Poren. Die Gehäuse haben $0._{20}$ bis $0._{60}$ Millimeter Durchmesser. Seltenere Exemplare, wie Figur 25, entwickeln schon bei Beginn der Schlusswindung die Zuckerhutform der einzelnen Kammern.

Globigerina inflata d'Orbigny.

(Taf. X. 45—47.) Brady 601.

Ist bekannt aus jüngeren Tertiärschichten, lebend vom $82^{0}{}_{27}$ Nordbreite bis zum $53^{0}{}_{55}$ Südbreite aus dem nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean, aus der Südsee, dem Mittelländischen Meere.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. selten; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. einige; Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Capstadt St. 37 — 91 M. selt., St. 38 — 214 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59a und b — 1485 M. mehrf.;



zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 70 — 4215 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 78 — 2906 M. selten, St. 79 — 3548 M. mehrf., St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 86a — 1188 M. selt., St. 87b — 1187 M. selt., St. 87 — 915 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.; St. 125 — 4151 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt., St. 130 — 1655 M. einige; zwischen Fidschi und Südamerika St. 140 — 5066 M. selt., St. 141 — 4460 M. mehrf., St. 142 — 3658 M. mehrf.; Südamerika Spitze St. 144 — 4280 M. mehrf.; Montevideo St. 154 — 3924 M. selten; zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. einige; Mitte Atlantischer Ocean St. 157 — 4782 M. mehrf.

Die Gehäuse haben im Scheibendurchmesser $0._{20}$ — $0._{35}$ Millimeter, zeichnen sich aus durch geschlossenen Windungsbau, haben eine ebene, zuweilen sogar eingesunkene Rollungsfläche. Diese zeigt eine centrale Scheibe, von wenig markirter Umsäumung begränzt, eine Schlusswindung, von vier Kammern gebildet, deren bauchige Vorwölbung am Umriss der Schalen in flachen Vorsprüngen hervortritt, während die Abgrenzung gegen die vorhergehende Windung nur schwach angedeutet ist, manchmal ganz verschwindet. Die Nabelfläche ist hoch gewölbt, die Scheidewände senken sich merklich ein und verschwinden in der Nabelmitte ohne Grubenbildung. Die Oberfläche ist meistentheils glatt, seltener rauh porös. Die Mündung ist weit und gross als Ausschnitt am Ende der Schlusskammer. Etwas rauhere Gehäuse sind von matten Pulvinulina crassa häufig nicht zu unterscheiden.

Globigerina helicina d'Orbigny.

(Taf. XIII. 52.) Brady 605.

Nach Brady beginnt diese Art im Tertiär, findet sich lebend im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen, im südlichen des Stillen Oceans, nach Soldani auch im Adria- und Mittelmeere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt., westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.; Timor St. 96 — 2981 M. einige; Neuguinea St. 103 — 832 M. selten, St. 108 — 3220 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. einige, St. 130 — 1655 M. mehrf.; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. selten.

Die Gehäuse erreichen $0._{35}$ — $0._{70}$ Millimeter, sind mehr lang als breit, mehr oder minder kuchenförmig, zeigen bald freier, bald unregelmässig enger aneinander angeschlossen die rundlichen Kammern in Windungen gerollt, deren je eine von drei Kammern gebildet wird. Die mittlere Windung ist in der Regel entwickelt, die erste und dritte sind nicht so regelmässig in Kammern abgegliedert. Auf einer Seite ist die Schale flach gewölbt, auf der anderen ebenso eingesunken. Die Mündungen sind meist mehrfach, je eine an dem Saume einer Kammer als halbmondförmiger Ausschnitt zu beobachten. Die Schalenoberfläche ist rauh porös oder höckerig.

Globigerina triloba Reuss.

(Taf. XIII. 71—76.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des Oesterreichischen Tertiärbeckens. 1850.

Brady vereinigt Gl. triloba mit Gl. bulloides, mit welcher sie stets vergesellschaftet zu finden ist. Reuss erwähnt die fossilen Funde von Wieliczka, Felsölapugy, Baden, Möllersdorf, Grinzing, Wurzing, Steinabrunn, Robitzch, Castellarquato.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. einige; zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. mehrf.; westliches Afrika St. 17 — 677 M. mehrf., St. 18 — 68 M. mehrf.; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Kerguelen St. 55 — einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. einige, St. 59b — 1485 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. mehrf.; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 74 — 3966 M. einige; westl. Australien St. 86a — 1188 M. selt., St. 87 — 915 M. selt., St. 87b — 1187 M. mehrf.; St. 90 — 359 M. mehrf., St. 92 — 5523 M. einige; Timor St. 95b — 4078 M. selten, St. 96 — 2981 M. einige; Amboina St. 101a — 55 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. mehrf., St. 103 — 832 M. mehrf.. St. 104 — 1820 M. selten, St. 107 — 2798 M. einige; östl. Austalien St. 951 M. einige;

Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt., St. 124 — 2432 M. mehrf., St. 125 — 4151 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. selten; zwischen Fidschi und Südamerika St. 140 — 5066 M. selt., St. 141 — 4460 M. einige, St. 142 — 3658 M. einige; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. einige.

Diese sehr verbreitete Art kommt, wo sie sich findet, in der Regel ziemlich häufig vor, beginnt in den winzigsten Dimensionen, schreitet bis zu einem halben Millimeter Höhe vor, kennzeichnet sich durch eine einzige Windung, aus drei Kammern gebildet. Kleine Gehäuse zeigen die Kammern fast gleich gross, grössere lassen aber beträchtliche Umfangsverschiedenheit in den drei Kammern erkennen, und ist dann die letzte Kammer bedeutend grösser als die vorletzte, noch auffallender gegenüber der drittletzten. Zuweilen sind auf der oberen Fläche noch Rudimente von einer Anfangswindung. Bei sehr zarten Schalen kann man im durchfallenden Lichte diese Anfangswindung gut erhalten unterscheiden. Die Oberfläche der Schalen ist bei grösseren Gehäusen dicht besetzt mit Gruben, in welchen die Poren liegen. Zwischen den Gruben bildet die Zchwischenmasse netzförmige Gitter, welche sogar zu knotigen Vorsprüngen sich erhehen. Die Mündung sitzt als weit offener Halbmondausschnitt am Nabelsaum der Schlussmündung.

Globigerina glutinata n. sp.

(Taf. XIII. 19—21.)

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 111 a — 55 M. einige, St. 102 — 3145 M. einige.

Das Gehäuse ist der Gestalt nach eine Globig. triloba mit etwas höherer Aufrollung der ersten Windung. Die drei Kammern des letzten Umganges liegen, ziemlich wenig in der Grösse verschieden, nebeneinander in der Weise, dass eine einzelne obere, die letzte, und zusammen zwei untere sich gegenüberstehen. Am Saum der letzten Kammer ist auf der Nabelfläche der Oeffnungs-Spalt. Die Nabelmitte ist die einfache Vereinigung der drei Nähte der Kammern. Die Oberfläche der Schale ist ein matt glänzendes Gefüge einer Cementmasse ohne Färbung. Die Scheibenlänge des Gehäuses ist $0._{22}$ Millimeter.

Die Form des Umrisses gemahnt zum Theil an Trochammina pauciloculata, aber die Uebereinstimmung mit Globigerina ist doch grösser. Von Globiger. triloba abzutrennen drängt der Umstand, dass an manchen Fund-Stellen diese Filzform mehrfach sich findet, dass der Umriss dieser Gl. glutinans mehr rundlich bleibt, auch wenn die Schalen verhältnissmässig grösser werden, während bei Gl. triloba die letzte Kammer sich etwas mehr aufrichtet. Wo die Schale stachelig auftritt, ist der Unterschied von Gl. triloba nicht festzuhalten. Aber gerade bei grösseren Exemplaren tritt in der Regel der Unterschied beider Arten besonders hervor in der Weise, dass Glob. glutinata die Schale zart und mattglatt erhält, während die Poren bei Gl. triloba sehr gross und mit derbem Zwischenmaschennetz ausgestattet erscheinen.

Hastigerina Wyville Thomson.

Die Aufrollung ist eine spirale, die Gesammtgestalt eine kugelige, das Gehäuse fast nur als letzte Windung zu erkennen, aus wenigen Kammern gebildet, sehr dicht mit Stacheln bedeckt auf der Oberfläche, im Nabel eine weit klaffende, etwas schräg zur Spira stehende Mündung darbietend.



Hastigerina pelagica d'Orbigny.

(Taf. XIII. 53. 54.) Brady 613.

Nach Brady ist diese Art im Taunetz der Challengerexpedition in lebendem Zustande, von anderen Forschern auch sonst noch, auch im Strandsande als Gehäuse aufgefunden worden an verschiedenen Stellen, und gehört dem nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans an, auch dem Golf von Suez.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.; westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Capstadt St. 38 — 214 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 70 — 4215 M. selt.; westl. Australien St. 87 — 915 M. einige, St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 95 a. b. — 4078 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt., St. 108 — 3220 M. mehrf.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. einige, St. 129 — 2432 M. einige, St. 130 — 1655 M. einige.

Gleich einer Globigerina hat Hastig. pelagica kugelige Kammern in spiraler Einrollung, kennzeichnet sich aber insbesondere durch die Stellung der Kammern der Nabelfläche. Auf dieser Fläche zeigt sich die bedeutend grössere Schlusskammer als die eine Hälfte des Gehäuses, und die andere Hälfte ist gebildet aus den drei quer zur Schlusskammer gelagerten vorausgehenden Kammern. Eine fernere Eigenthümlichkeit bildet die weitklaffende Mündung der Schlusskammer. Endlich kennzeichnen diese Art stachelige Spitzen und Nadeln der Oberfläche, von denen freilich in der Regel nur die Stummeln erhalten sind. Diese Stacheln sind vor der Mündung am vollständigsten erhalten und stehen da wie Verkrustungen nicht selten so dicht, dass sie die Mündung verdecken. Die Grösse der Gehäuse geht von $0._{14}$—$0._{40}$ Millimeter.

Pullenia Parker und Jones.

Nach Brady hat Pullenia eine nautilusähnliche Aufrollung, vier bis sechs Kammern in einer Windung. Die Nähte sind verflacht oder wenig eingedrückt, eine den ganzen Halbbogen des Rückens umfassende Mündung sitzt am Schlusse der letzten Kammer.

Pullenia sphaeroides d'Orbigny.

(Taf. XIX. 30. 31.) Brady 615.

In der Kreide beginnend findet sich diese Art lebend vom 74. Grad Nordbreite bis zum 54. Grad Südbreite in Tiefen bis zu 5400 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 87 — 910 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. selt.; Mitte Atlantischer Ocean St. 162 — 3822 M. selten.

Das kugelrunde Gehäuse zeigt nur eine einzige, aus vier Kammern gebildete Windung, deren Schlusskammer über den breiten Rücken der ersten sichtbaren Kammer wenig emporragt. Die Nabelmitte ist auf beiden Seiten gleich, die Scheidelinien der Kammern stossen einfach aneinander. Die Scheidewände senken sich wenig ein. Die Schale ist porzellanartig, glatt, der Durchmesser des Gehäuses beträgt $0._{20}$—$0._{25}$ Millimeter. Die Mündung umfasst, als breiter Endspalt der Schlusskammer auf der vorhergehenden Windung reitend, den Rücken der Schale halbmondförmig.

Pullenia obliqueloculata Parker und Jones.

(Taf. XIII. 62—64.) Brady 618.

Nach Brady findet sich diese Art vom 62. Grad Nordbreite bis zum Breitengürtel von Sidney in Tiefen von 12 bis 3600 Meter im Atlantischen und im Stillen Ocean.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. selt.; westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. einige; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2644 M. einige; westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 86 a —



1188 M. einige, St. 87 — 915 M. mehrfach, St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. mehrfach, St. 92 — 5523 M. selt.; Timor St. 95 a. u. b. — 4078 M. mehrf., St. 96 — 2981 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. häufig, St. 104 — 1820 M. mehrf., St. 107 — 2798 M. einige; östl. Australien St. 116 — 951 M. einige; Neuseeland St. 118 — 2769 M. einige; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt., St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. selt.; Südspitze Amerika's St. 144 — 4280 M. häufig; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. mehrf.; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. selt.

Die kugeligen Gehäuse haben $0._{25}$—$0._{40}$ Millimeter Durchmesser, sind auf der einen Fläche in der Mitte geschlossen, zeigen da vier bis fünf kugelige, durch wenig vertiefte Scheidelinien getrennte Kammern. Der Rücken ist breit gerundet. Die andere Fläche, Nabelfläche, zeigt eine quer verlaufende, klaffende Mündung, welche vor den parallel dieser Mündung gereihten Kammern der Anfangswindung gähnt. Die Schale ist kräftig, porzellanglasig, von sehr gleichmässig gestellten, nicht ganz kleinen, aber scharf begränzten Poren besetzt.

Pullenia (Nonionina) quinqueloba Reuss.

(Taf. XIX. 28. 29.) Reuss — über die fossilen Foraminiferen und Entomostraceen der Umgegend von Berlin. 1851.

Beginnt nach Brady in der Kreide und findet sich lebend in Tiefen von 55 bis 5400 Meter in den Meeren vom nördlichen bis zum südlichen Eismeere.

Gazelle: Kerguelen St. 53 — 366 M. selt., St. 55 a -- 104 M. mehrf.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt.; Südspitze Amerika's St. 144 — 4280 M. selt.

Das Gehäuse hat $0._{20}$—$0._{30}$ Millimeter Scheibendurchmesser. Die Scheibe ist auf beiden Seiten im Mittel ziemlich gewölbt, über den Rücken spitz eiförmig gerundet. Die sichtbaren fünf Kammern sind durch Nähte getrennt, welche nicht tief einschneiden aber doch deutlich zu erkennen sind. In der Mitte stossen die Kammern zusammen, ohne einen Nabelknopf oder eine Nabelgrube zu bilden. Im durchfallenden Lichte zeigen sich die Kammern des Schlussumgangs zur Hälfte durchscheinend, die inneren Windungen heben sich als undurchsichtige mittlere Masse ab. Die Mündung umsäumt reitend den Rücken der beginnenden letzten Windung als breiter Rachen. Der Umriss erscheint bei kleineren Exemplaren ganzrandig, bei grösseren etwas gekerbt.

Candeina d'Orbigny.

Candeina baut sich auf wie die trochoiden Globigerinen, hat aber glatte Porzellanschale, tiefe ausgehöhlte Zwischenfurchen als Kammerscheidelinien, in diesen Furchen stecken Porenreihen, welche als Mündungen zu betrachten sind.

Candeina nitida d'Orbigny.

(Taf. XIII. 57.) Brady 622.

Nach Brady trifft man diese Form pelagisch und im Strandsande, ihre Verbreitung erstreckt sich über den nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 87 — 915 M. selt.; Timor St. 95 a — 4078 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt., St. 130 — 1655 M. selt.

Das Gehäuse erreicht im Durchmesser beinahe einen halben Millimeter, hat eine kugelige Gestalt, wölbt sich etwas rund kegelförmig empor zu einem stumpfen Knopf. Dieser enthält die Anfangskammer und den ersten Umgang dreier, kleiner Kammern. Hieran reiht sich, rasch wachsend im Kammerumfang, die zweite Windung, welche dann allmählig in die bedeutend umfangreichere Schlusswindung übergeht. Letztere hat vier Kammern, welche, breit buckelig am Umrisse vorragend, sich zu Kugeln aufblähen. Die Zwischenfurchen schneiden tief ein, sind mehr oder minder deutlich mit etwas weiteren



Poren besetzt, welche in den Furchen in Reihen stehen. Die Kugelform der Kammern verzieht sich etwas winklig, die Kammerwände fallen in steiler Wölbung gegen die Furchen ab. Die Oberfläche der Schale glänzt wie Porzellan.

Orbulina d'Orbigny.

Brady beschreibt die Eigenthümlichkeit von Orbulina: freie, reguläre, sphärische oder runde, innen hohle Schale, deren Oberfläche allseitig kleine, nur bei stärkerer Vergrösserung sichtbare Poren trägt. Die rundliche Oeffnung ist nicht immer sichtbar.

Orbulina universa d'Orbigny.

(Taf. XIV. 7—9. 11—12. 38—40.) Brady 608.

Nach Brady beginnt diese Art im Lias, findet sich im Schweizer Jura, in der Kreide und in verschiedenen Tertiärlagern, lebend kommt sie in allen grossen Oceanen, im Mittelländischen, im Rothen, Adriatischen Meere, zuweilen in ausserordentlicher Menge, vor.

Gazelle: Westl. von Portugal St. 3 — 5301 M. selten; südlich von Madeira St. 9 — 5057 M. häufig; Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. einige, St. 13 — 69 M. selten; Westl. Afrika St. 17 — 677 M. mehrf., St. 18 — 68 M. selt., St. 36 — 3866 M. selt.; Tafelbai St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Kerguelen St. 50 — 3480 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59a und b — 1485 M. mehrf.; zwischen Neu-Amsterdam und Australien St. 74 — 3966 M. selt., St. 79 — 3548 M. einige, St. 80 — 3987 M. mehrf.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 86a — 1188 M. mehrf., St. 87 — 915 M. mehrf., St. 87b — 1187 M. mehrf.; St. 90 — 359 M. selt.; Timor St. 92 — 5523 M. häufig, St. 95a — 4078 M. mehrfach; Neuguinea St. 102 — 3145 M. mehrf., St. 103 — 832 M. einige; Oestl. Australien St. 116 — 951 M. mehrf.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 125 — 4151 M. selt., St. 127 — 3200 M. einige, St. 129 — 2432 M. einige, St. 130 — 1655 M. einige; zwischen Neuseeland und Südamerika St. 141 — 4460 M. einige, St. 142 — 3658 M. mehrf.; zwischen Südamerika und Südafrika St. 156 — 3950 M. einige; Mitte des Atlant. Oceans St. 162 — 3822 M. mehrf.

Orbulina universa ist eine meist ziemlich regelmässige Kugelgestalt, hat einen halben bis ganzen Millimeter Durchmesser, trägt auf der Oberfläche Knötchen oder Stachelstrunke.

Die Oberfläche zeigt entweder feine Poren (Stammreste abgetragener haarfeiner Stacheln) und dazwischen grössere Knötchen gleicher Struktur, oder die Oberfläche bietet gleichmässig gelagerte, dicht nebeneinander befindliche Gruben, deren Zwischenmasse abgerieben ist oder in krustiger Knotenform über die Fläche emporragt. Die Schale ist ziemlich kräftig, der Innenraum hohl. Eine deutliche, ohne Zweifel als solche anzuerkennende Mündung ist bei der grossen Anzahl beobachteter Gehäuse nie gefunden worden.

Es ist in manchen Proben eine grössere Anzahl sehr kleiner Kugeln zu finden, welche vielleicht Anfangsstadien, jugendlichen Vertretern dieser Art angehören. Allein es fällt zugleich auf, dass bei der grossen Menge von Orbulinen die Mittelformen, wie sie Taf. XIV Fig. 8 und 9 darstellen, nur als Seltenheiten erscheinen, während die verhältnissmässig grossen und derbschaligen Gehäuse dieser Art sehr zahlreich vorhanden sind.

Der Bau von Orbulina universa zeigt sich in halbirten (Fig. 39. 40) Schalen entweder von ungleichen, grösseren und kleineren Poren besetzt, welche von der Innenfläche aus sehr deutlich zu unterscheiden sind, oder die Schale ist anscheinend innen glatt und dicht, und am Randschliffe erscheinen die Porengänge ganz gleichmässig.

Eine dreikammerige Orbulina ist in Fig. 38 abgebildet.

Grössere und mittelgrosse Gehäuse zeigen eine dunkle Färbung der Innenfläche und lassen vermuthen, dass der Hohlraum zum Theil von einer Masse erfüllt sei. Zuweilen wird diese eingeschlossene Masse abgetheilt in ungleiche Formen, deren Verschiedenheit deutlicher wahrgenommen wird, wenn man die Gehäuse längere Zeit in

Glycerin liegen lässt. Unebenheiten, wie sanfte Buckel, geben der Kugel zuweilen den Anschein der Ausweitung zu einer zweiten Kugel.

Sehr auffallend ist die unverkennbare Aufbauung einer Orbulina aus einer Globigerina, welche, zartschalig und durchsichtig, die kugeligen Kammern wie bei einer breiteren Form der Globigerina aequilateralis übereinander rollt, wobei die letzte Kammer endlich die vorausgehenden fast ganz umfasst. (Taf. XIV. 11.)

Globigerina wurde einige Male in Orbulina liegend gefunden, aber stets fanden diese Gehäuse sich in irgend einer Weise geschädigt.

Ausgewachsene, gut erhaltene Orbulinen wurden in grosser Zahl geschliffen, in diesen konnte keine innenliegende Globigerina nachgewiesen werden.

Orbulina porosa Terquem.

(Taf. XIV. 10.) Brady 611.

Nach Brady beginnt diese Art als Orbulina liasica Terquem im Lias, lebend findet sie sich bis zu 3400 Meter Tiefe als Seltenheit bei Westindien und im nördlichen Theile des Atlantischen Oceans.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. selten; westl Afrika St. 17 — 677 M. selten; Kerguelen St. 50 — 3480 M. selten; St. 95b — 4078 M. selten.

Die kugelförmige Gestalt ist ziemlich regelmässig gebaut, erreicht ungefähr $0._{12}$ bis $0._{20}$ Millimeter im Durchmesser. Die Oberfläche ist dicht bedeckt mit Gruben, welche umschlossen sind von unregelmässigen Umwallungen der Schalensubstanz. Die Poren graben sich breit in die Tiefe, die Zwischenmasse erhebt sich zu rauhen Vorsprüngen oder zu Dornstacheln. Eine Oeffnung wurde nicht erkannt.

Sphaeroidina d'Orbigny.

Das kugelige Gehäuse baut sich in kurzer Einrollung aus wenigen Kammern auf, welche stark gewölbt sind und nur die letzte Windung sichtbar lassen.

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny.

(Taf. XIII. 48. 49.) Brady 620.

Nach Brady's Uebersicht beginnt Sph. bulloides in der Kreide, ihr Vorkommen in den heutigen Meeren ist ausgebreitet über die Küsten von Norwegen, England, Belgien, Frankreich, in das Adriatische, Mittelländische und das Rothe Meer, über den nördlichen und südlichen Theil des Adriatischen und Stillen Oceans, in die Südsee und das Indische Meer, und umfasst Tiefen von 160 bis 5000 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Neu-Amsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59a und b — 1485 M. selt.; Timor St. 92 — 5523 M. einige, St. 95 — 4078 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 130 — 1655 M. selt.; östlich von Südamerika St. 154 — 3429 M. selten.

Das kugelige Gehäuse ist aus bauchigen Kammern gebildet, welche durch bald schmale, bald breitere Einschnitte getrennt werden, sich in einer nicht ganz ebenen Spirale aufrollen, und meist nur eine Windung unterscheiden lassen. Die Zahl der Kammern ist nicht gross. Da die Kammern von den folgenden grossentheils umfasst werden, gelingt es nicht, eine vollständige Spirale zu überblicken. Die Mündung befindet sich am Schlusse der letzten Kammer, ist aber nicht immer wahrzunehmen. Die Oberfläche ist glatt. Die Gehäuse erreichen über $0._{50}$ Millimeter Durchmesser. Glattgeriebene grössere Globerina sphaeroides ist nicht zu unterscheiden, wie überhaupt sehr häufig nur die rauhporöse Oberfläche der Glob. sphaeroides einen Unterschied von Sph. bulloides erkennen lässt.



Sphaeroidina dehiscens Parker-Jones.

(Taf. XIII. 58 59.) Brady 621

Schwager beschreibt diese Art aus dem Pliocän von Nikobar, Brady führt sie auf als pelagischen Bewohner des nördlichen und südlichen Theiles des Atlantischen und des Stillen Oceans.

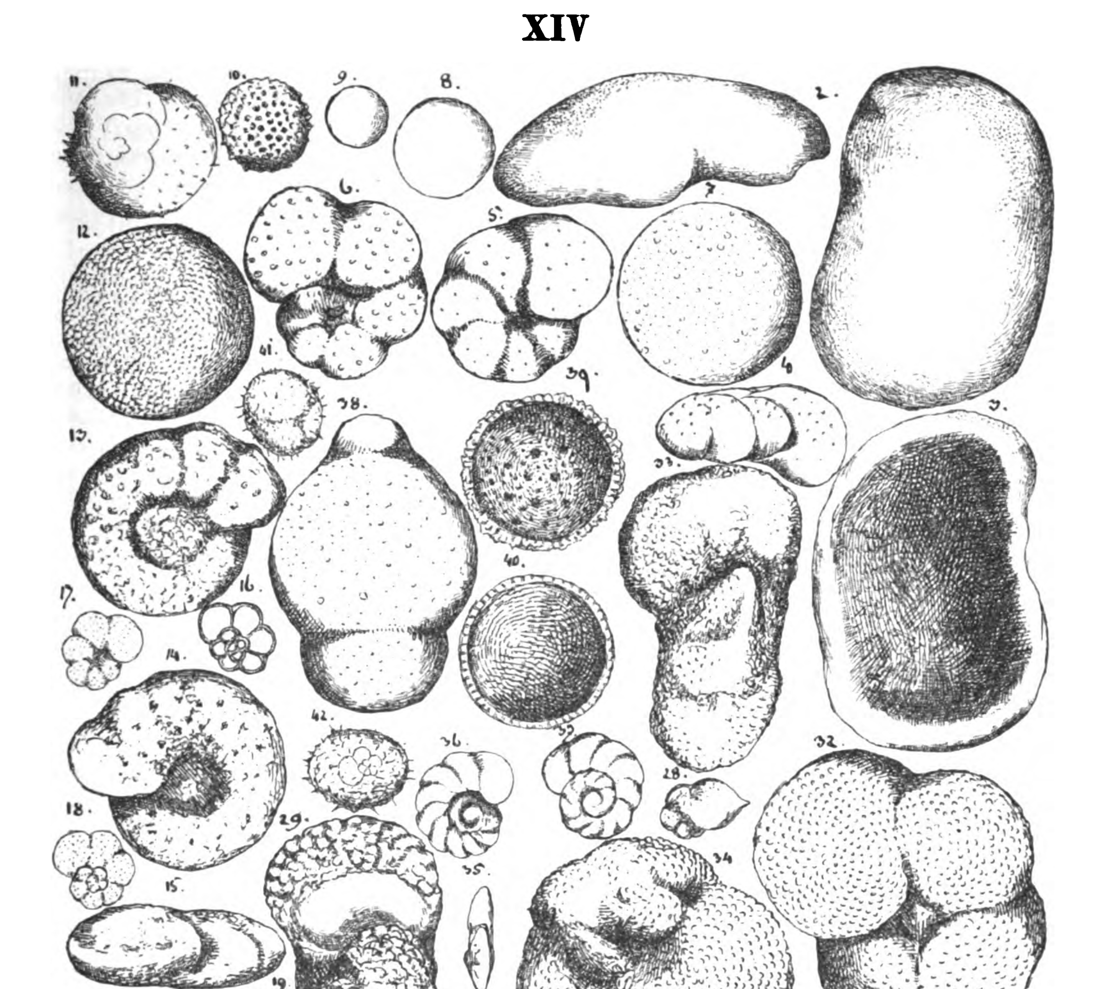
Gazelle: Madeira St. 9 — 5057 M. einige; westl. Afrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 -- 411 M. einige; westl. Australien St. 87 — 915 M. mehrf., St. 87 b — 1187 M. mehrf., St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 95 — 4078 M. mehrf, St. 96 — 2987 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 832 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 27 — 3200 M. mehrf., St. 129 — 2432 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. einige; östl. Australien St. 116 — 951 selt.; Mitte des Atlantischen Oceans St. 157 — 4782 M. selt.

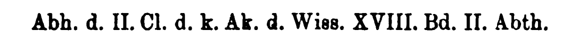
Die Gestalt ist kugelig, der Durchmesser schwankt von $0._{20}$ bis $0._{75}$ Millimeter. Das Gehäuse rollt sich mit wenig sichtbarer Anfangswindung auf, hat da noch kaum merkbare Abscheidung von Kammern und Windung. Die Schlusswindung hat grosse, kugelige Kammern, deren man von oben drei unterscheidet, von der Seite sieht man drei Kammern und eine vierte deckelartig darüber. Von unten sieht man die Kammern durch klaffende Scheideklüfte getrennt. Die Oberfläche bietet rauhumwallte tiefe Poren.

Taf. XIV.

Fig.	1	Webbina hemisphaerica von oben,
„	2	„ „ vom Rande,
„	3	„ „ von unten,
„	4	Anomalina grosserugosa von vorne,
„	5	„ „ „ unten,
„	6	„ „ „ oben,
„	7	Orbulina universa,
„	8	
„	9	
„	10	Orbulina porosa,
„	11	Orbulina?
„	12	Orbulina universa;
„	13	Anomalina foveolata von oben,
„	14	„ „ „ unten,
„	15	„ „ „ vorne,
„	16	„ globigerinoides in durchfallendem Lichte,
„	17	„ „ von unten,
„	18	„ „ „ oben,
„	19	„ „ „ vorne,
„	20	Gypsina vesicularis von vorne,
„	21	„ „ „ oben,
„	22	„ „ „ unten,
„	23	„ „ „ oben,
„	24	Planorbulina mediterranea von oben,
„	25	„ „ „ unten,
„	26	„ „ „ vorne,
„	27	Anomalina polymorpha von oben, } Jugendform,
„	28	„ „ „ unten, } Jugendform,
„	29	„ coronata von vorne,
„	30	„ „ „ oben,
„	31	Planorbulina larvata,
„	32	Anomalina polymorpha von unten,
„	33	„ „ „ vorne,
„	34	„ „ „ oben und seitlich,
„	35	„ ammonoides „ vorne,
„	36	„ „ „ unten,
„	37	„ „ „ oben,
„	38	Orbulina universa dreikammerig,
„	39	„ „ Schliff,
„	40	„ „ „
„	41	Globigerina sphaeroides hastata von vorne,
„	42	„ „ von der Seite.

XIV





Anomalina d'Orbigny.

Scheibenrunde Gehäuse, deren obere Fläche eben oder schwach gewölbt ist, während die untere Fläche sich in der Regel zu einem weit geöffneten Nabel einsenkt. Die Aufrollung ist auf der oberen Fläche meist in allen Windungen, auf der unteren Fläche zuweilen theilweise sichtbar. Mehrere Arten sind aus krustigem Kalkcement aufgebaut, bieten rauhe, undeutliche Oberfläche, oder entwickeln überhaupt unregelmässig monstrose Formen.

Anomalina globigerinoides nov. spec.

(Taf. XIV. 16—19.)

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10. — 3328 M. selt., St. 13 — 69 M. selt.; westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 36 — 2566 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selten, St. 59a und b — 1485 M. einige; westl. Australien St. 85 — 4248 M. selten, St. 86a und 87b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selten; Amboina St. 101a — 55 M. selten; Neuguinea St. 102 — 3145 M. einige, St. 103 — 832 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selten; zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. selten.

Das zierliche Gehäuse unterscheidet sich wenig von Globigerina concinna, hat aber doch Merkmale besonderer Art. Regelmässige Scheibenform mit einem Durchmesser von $0._{10}$—$0._{15}$ Millimeter, ist das Gehäuse gerundet am Rücken, flach auf der Rollseite, eingesunken auf der Nabelseite. Die Kammern der ersteren Windungen sind wenige, die Schlusswindung zählt deren in der Regel sechs. Die Kammerscheidelinien senken sich merklich ein, die Kammern selbst sind bauchig. Die Schale der Kammern ist dünn, im durchfallenden Lichte erscheint das Gehäuse bräunlich gefärbt, die Oberfläche trägt feine, dicht stehende Poren. Die Mündung steht am Nabelsaum der Schlusskammer.

Globigerina concinna hat rasches Wachsthum der Kammern, eine kräftigere Schale, derbere Poren, keine Braunfärbung der Innenfläche der Kammerschale.

Anomalina grosserugosa v. Gümbel.

(Taf. XIV. 4—6.) Brady. 673.

Nach Brady findet sich diese Art, fossil im Eocän beginnend, in Tiefen von 600 bis 3750 Meter im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selten.

Ausgebildete Gehäuse nach Brady's Beschreibung sind verhältnissmässig selten, sie haben $0._{25}$—$0._{50}$ Millimeter Scheibendurchmesser, sind auf der Rollfläche eben, eingesunken auf der Nabelfläche, und haben einen breiten Rücken. Die Anfangs- und Mittelwindung rollen sich eng, aus wenigen Kammern bestehend, die Schlusswindung ist aber kräftig entwickelt, hat kugelige Kammern und entsprechend eingesenkte Scheidelinien. Auf der Nabelfläche sind nur die Kammern der Schlusswindung sichtbar. Diese sechs bis sieben Kammern sind bauchig gewölbt, die Scheidelinien vereinigen sich in der Nabelmitte zu einer unbestimmt begränzten Grube.

Die Schale trägt verhältnissmässig grosse, derb umwallte Poren, welche auf der Nabelfläche weniger ausgebildet sind, als auf der Rollfläche.

Anomalina (Rosalina) ammonoides Reuss.

(Taf. XIV. 35—37.) Reuss, Versteinerungen der böhmischen Kreide.

Brady bezeichnet das fossile Vorkommen dieser Art als ein allgemeines in allen Kreideabtheilungen, im Londonthon und allen jüngeren Formationsgliedern. Das lebende Vorkommen wird aus Tiefen von 60 bis zu 2470 Meter erwähnt von Bermuda, Fidschi, Neuseeland, Papua, vom Rothen Meer, von Bombay und Hongkong, Melbourne, Abrohosbank.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3480 M. selt., St. 53 — 366 M. selt., Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige, St. 67 —

347 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 — 1485 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 79 — 3548 M. selt.; westlich von Australien St. 86 a — 1188 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. einige, St. 130 — 1655 M. einige.

Das scheibenrunde Gehäuse erreicht einen Durchmesser von $0._{30}$ Millimeter, ist auf beiden Seiten fast gleich flach, überhaupt nicht dick, und zeigt auf beiden Flächen die ersteren Windungen. Der Rand ist schmal oval. Die obere Fläche zeigt sämmtliche Windungen in gleichmässig fortschreitendem Wachsthum, die letzte Windung enthält 10—12 ziemlich gleich grosse Kammern, welche durch tiefe Scheidewände getrennt sind. Die untere Fläche ist im Nabel offen, d. h. die Schlusswindung reicht mit ihren Kammern nicht bis zur Schalenmitte, sondern bildet wie die Ammoniten (Harpoceras) einen abgegränzten Saum, die vorhergehenden Windungen theilweise sichtbar lassend. Zuweilen füllt eine Centralscheibe die Nabelmitte aus, und seltener noch sieht man auf der oberen Fläche die erste Windung aus einem flachgewölbten Centralknopf sich entwickeln. Die Mündung sitzt als Schlitz am Nabelsaume der Schlusskammer.

Anomalina foveolata Brady.

(Taf. XIV. 13—15.) Brady 674.

Nach Brady in 800 Meter Tiefe gedretscht bei Bermuda.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das Gehäuse hat $0._{33}$ Millimeter Scheibendurchmesser. Dasselbe fällt auf durch seine rauhe Schale. Die obere Fläche ist schwach gewölbt, die untere schwach eingedrückt. Man kann auf beiden Flächen die ersteren Windungen erkennen, deutlich ist auch die Schlusswindung nicht abgetrennt in Kammern. Der Rand des Gehäuses wölbt sich eiförmig mit etwas seitlicher Verziehung. Die Mittellinie des Randes zeigt Spuren eines sich bildenden Kielsaumes. Die Kammern der Schlusswindung treten seitlich zwar gewölbt hervor, eigentliche Kammereinschnitte werden nicht sichtbar. Die Mündung sitzt seitlich am Saume der letzten Kammer. Die Oberfläche des Gehäuses hat Gruben, deren Umwallungssubstanz sich zu unregelmässigen Knoten erhebt.

Anomalina coronata Parker und Jones.

(Taf. XIV. 29. 30.) Brady 675.

Brady führt das fossile Vorkommen dieser Art aus dem Eocän und aus jüngeren Tertiärschichten verschiedener Länder an, lebend ist sie nachgewiesen in Tiefen von 60 bis zu 3200 Meter vom nördlichen und südlichen Atlantischen, im südlichen Stillen Meere, in der Südsee.

Gazelle: Kerguelen St. 53 — 366 M. einige.

Die Gehäuse haben ein plumpes Ansehen, haben 1 bis $1._5$ Millimeter im Durchmesser, sind auf beiden Seiten eingedrückt, haben einen breiten Rücken. Die Kammern wachsen rasch, so dass in der Schlusswindung die letzte Kammer die erste Kammer dieser Windung um mehr als das Doppelte an Breite übertrifft. Die Seitenwände der Kammern der Schlusswindung treten breitbauchig vor, sie schliessen aber die Nabeltiefe nicht vollständig und es gelingt hie und da an einem Exemplare die in der Nabeltiefe versenkte Anfangskammer zu sehen. Die Kammern der Schlusswindung sind nur als letzte und vorletzte deutlich durch Nahteinsenkungen abgegränzt. Die Oberfläche ist rauh porös. Die Schlusskammer trägt vorne an der Endfläche keine Poren. Kalkkrusten bedecken nicht selten die Nabelgrube.

Anomalina polymorpha Costa.

(Taf. XIV. 27. 28. 32—34.) Brady 676.

Diese von Costa und Sequenza vom Tertiär Italiens beschriebene Art kommt nach Brady lebend vor in Tiefen von 95 bis 825 Meter bei Bermuda, Sombrero- und Culebrainsel, Pernambuco, Prinz Eduards-Insel, bei Sidney, Neuseeland und Kandavu.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. einige.

Die Gehäuse sind, wenn normal entwickelt, scheibenrund, flach. Auf beiden Seiten zeigt sich ein nach Ammonitenart eingesunkener Nabel. Eine höckerige Scheibe verdeckt in diesem die vorausgehenden Windungen. Die Schlusswindung gränzt die einzelnen Kammern nicht deutlich ab, wellige Vertiefungen verlaufen, sich verbreiternd, vom Nabel gegen den Kiel über die Schalenwölbung in unbestimmter Zahl. Die letzte Kammer schliesst nach vorne mit einem kapellenartigen Vordach ab. Die Mündung lässt sich nur selten an der unteren, mehr ebenen Nabelfläche, am Schluss der letzten Kammer sitzend, seitlich vom Kiele wahrnehmen. Der Kiel gleicht einem unregelmässig gezackten Kamm. Der Scheibendurchmesser der Gehäuse überschreitet meistens einen Millimeter.

Ein jugendliches Exemplar, Fig. 27. 28., von $0._{14}$ Millimeter Scheibendurchmesser hat einen breiten Rücken, flache Seiten, die letzte Kammer ist zu einer zitzenförmigen Spitze verengt. Die obere Fläche zeigt deutlich die kurz eingerollte Anfangswindung. Die Nabelfläche hat eine sanfte Grube in Mitte der Scheibe und fünf kugelig gewölbte Kammern. Die Scheidewände sind tief eingesenkt. Die Oberfläche trägt dicht stehende derbe Poren.

Planorbulina.

Planorbulina ist eine Anomalina, welche sich in der Fläche so sehr auseinanderbreitet, dass auf beiden Seiten die Kammern aller Windungen sichtbar bleiben, die Windungen selbst mehr oder weniger an regelmässiger Kammerlagerung einbüssen.

Planorbulina Mediterranensis d'Orbigny.

(Taf. XIV. 24—26.) Brady 656.

Beginnt im Miocän, wurde von d'Orbigny lebend im Mittelländischen Meere entdeckt, kommt in allen Meeren der gemässigten und warmen Zonen vor, am häufigsten bis zu 100 Meter Tiefe, geht aber bis zu 2200 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selten, St. 37 — 91 M.; Mauritius St. 65 — 137 M. selten, St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 367 M. selt.; Kerguelen St. 55a — 104 M. selt.

Die Form des Gehäuses ist stets mehr oder minder die eines flachen Kuchens mit etwas vom Rande her gewölbter oberer, gegen die Nabelmitte eingesunkener unterer Fläche, mit lappig oder eckig unregelmässigem Rande. Von der Mitte aus beginnt eine spirale Anfangswindung, die Kammern sind klein im Beginn, wachsen allmählig, lagern sich in regelmässiger Reihenfolge rings um die Anfangszelle. Die zweite Windung hat bereits mehr Ungleichheit in der Gestalt der einzelnen Kammern, die Reihenfolge wird mehr unsymmetrisch, die späteren Windungen verschieben sich, verlieren die regelmässige Kreisform und treten endlich am Rande lappig vorspringend heraus, gegen die Nabelfläche mehr oder weniger eingebogen. Die Nabelfläche zeigt eine unbestimmt begränzte Vertiefung als Mittelgrube. Die Kammern des letzten Umganges sind fast flach, erreichen die Nabelmitte nicht, sondern enden vor der Nabelgrube. Diese selbst ist bei jungen Exemplaren wenig vertieft.

Die obere Fläche trägt auf den Kammern sehr bestimmt gezeichnete Poren mit leichter Umwallung, die Scheidewände schneiden fest ein sowohl in den Windungssäumen als auch zwischen einzelnen Kammern. Grössere Exemplare zeigen die Nabelfläche zum Theil mit Incrustationen ausgefüllt.

Die von Brady in Taf. XCII. Figur 3 gezeichneten Oeffnungen am Rande der Schale treten nicht immer deutlich zu Tage.

Planorbulina larvata Parker u. Jones.

(Taf. XIV. 31.) Brady 507.

Eine tropische Form aus Tiefen bis zu 400 Meter, vom chinesischen Meer und dem südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selten.

Das flache Gehäuse misst 2 bis 4 Millimeter, hat eine unregelmässige Scheibenform und einen knollig gekerbten Umriss. Die Fläche des Gehäuses ist verbogen. Die Schale baut sich aus zahlreichen Windungen auf, deren letzte fast doppelt so grosse Kammern hat, als die vorhergehenden. Die Kammern der inneren Windungen gleichen rundlichen Warzen, sind durch seichte Zwischenräume getrennt. Im mittleren Schalentheile besteht fast kein Grössenunterschied unter diesen flachknolligen Scheibchen, nur in dem letzten Umgang treten sie als grössere Kammern auf. Es zeigen sich auch nicht alle Kammern des letzten Umgangs gleich gross, vielmehr treten zwischen zwei grösseren Randkammern mehrfach kleinere hervor. Im Bereiche der inneren Windungen gruppiren sich nicht selten mehrere kleine Kammern dicht an einander gereiht, als würde eine grössere Kammer durch Theilung in jüngere gespalten. Die Kammern sind für sich mit mässig dicht stehenden Porenbläschen bedeckt. Die Randkammern haben undeutliche Oeffnungen.

Cymbalopora Hagenow.

Das Gehäuse der Cymbaloporen zeichnet sich aus durch einseitige Entwicklung, eine Anwachsfläche, welcher die Mündungen der Kammern sich zuwenden und eine frei sich entwickelnde, in Beerenform aufrankend. Die Kammern sind auf der oberen Fläche mehr oder minder deutlich abgetrennt, auf der unteren Fläche alternirend höher und tiefer liegend.

Cymbalopora bulloides d'Orb.

(Taf. XVIII. 53.) Brady 638.

Ist nach Brady eine pelagische, mit der C. Poeyi im nördlichen und südlichen Theil des Grossen Oceans, bei den Neu-Hebriden, bei Cuba, Hayti, Mauritius, Madagaskar, Bermudas vorkommende Form.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Das kugelige Gehäuse misst $0._{25}$ Millimeter Länge und $0._{20}$ Breite, ist am breitesten Theile der Schale rundkugelig, schliesst mit einer grossen letzten Kammer ab, während die an dem embryonalen Beginn der Schale gelegenen vorhergehenden Kammern klein und zahlreich sind, sich wie Traubenbeeren gruppiren. Die Oberfläche des Gehäuses trägt dicht stehende, deutlich ausgerandete Poren.

Cymbalopora Poeyi d'Orbigny.

(Taf. XVIII. 51. 52.) Brady 636.

In Tiefen von 5 bis zu 1200 Meter kommt nach Brady diese Art, besonders bei Korallenriffen, vor im nördlichen und südlichen Theil des Stillen Oceans, bei den Azoren, Westindischen Inseln, bei Madagaskar, den Seychellen, im südlichen Atlantischen, im Rothen Meere.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101 a — 55 M. einige; östl. Australien St. 116 — 951 M. einige.

Die brombeerähnlichen Gehäuse sind im Umriss rundlich, am Rande wellig gelappt, breitbauchig gewölbt auf der oberen, eingesunken auf der unteren Fläche. Die obere

Fläche zeigt unregelmässige Reihen von fast gleich grossen Kammern, deren Einschnitte deutlich, aber nicht tief sind. Die Windungen gehen von einer stumpfkegeligen Mitte aus, die Schlusswindung hängt mit einzelnen Kammern zuweilen gegen die Nabelfläche über. In der Mitte der Nabelfläche ist eine grubige Vertiefung, bis zu deren Mitte die Kammern der Schlusswindung nicht hineinragen. Wie die Kammern der oberen Fläche ungleich stark hevortreten in der Schalenwölbung, so fällt noch mehr auf, dass auf der Nabelfläche in der Schlusswindung zwischen je zwei höher liegenden Kammern eine tiefer gelagerte weniger sichtbar wird. Die Oberfläche der oberen Seite trägt kräftige Poren. Der Scheibendurchmesser hat $0._{15}$ bis $0._{35}$ Millimeter.

Cymbalopora tabellaeformis Brady.

(Taf. XVIII. 54. 55.) Brady 637.

Diese Bewohnerin der Korallenriffe ist bekannt von Madagaskar, Mauritius Port Louis, von den Fidschi-, Ki- und Sandwich-Inseln, Philippinen, aus Tiefen von 20 bis 1200 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Das Gehäuse erreicht beinahe den Durchmesser von 1 Millimeter, ist ziemlich flach, auf der oberen Seite flach gewölbt, auf der entgegengesetzten ebenso flachschüsselförmig eingesunken. Der Rand ist schmalrückig, nicht schneidend. Der Umriss ist rundlich, aber nicht völlig regelmässig gleich, theilweise schwach gekerbt. Auf der oberen Fläche erhebt sich nahe der Mitte eine mehr glänzende Erhöhung, welche dem Beginn der Aufrollung entspricht. Die Kammern sind wenig gewölbt, durch seichte Zwischennähte getrennt, liegen so ziemlich in sich kreisförmig lagernden Reihen. Die Kammern sind deutlich porenbesetzt. Die untere Fläche zeigt einzelne grössere, glattwandige Kammern, welche gegen den Schalenrand gerichtet liegen, tiefe Unterbrechungen zwischen sich lassend. Die Mitte der Nabelfläche ist eine weite, mit Concretionen bedeckte Grube.

Diese Art ist durch die flache Gestalt von Cymbalopora Poeyi, durch die zartere Zwischenwand zwischen den Kammern und deren minder bestimmt ausgesprochene Spiralstellung von Planorb. mediterranensis, von Planorbulina larvata durch die grösseren Kammern, die bauchigere Form derselben verschieden; Pl. larvata hat eine andere Form von Mündungen.

Gypsina Carter.

Aus zahlreichen Kammern gebildete Gehäuse. Mit Spira beginnend wachsen die Kammern nach allen Richtungen, an der Oberfläche miteinander als Kugel, Kegel oder Kuchen den Schalenumriss abgränzend. Die Schalenfläche ist mit Gruben und blasig erhöhten Zwischenmassen bedeckt, dicht mit Poren bedeckt.

Gypsina vesicularis Parker und Jones.

(Taf. XIV. 20—23.) Brady 718.

Nach Brady im Miocän beginnend, kommt diese Art lebend bis zu 780 Meter Tiefe vor in den Seichtwassern der gemässigten und subtropischen Zonen.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selten; Amboina St. 101a — 55 M. selten.

Unbeständig in der Form des Umrisses zeigt G. vesicularis einen in der Regel nach oben mehr gewölbten, nach unten mehr abgeflachten Körper, welcher, ringsum geschlossen, eine gleichmässig körnelige Oberfläche bietet. Die Grösse des Gehäuses ist ungleich, $0._{25}$ bis $0._{50}$ Millimeter und darüber. Stärkere Vergrösserung zeigt die Oberfläche der Bläschen fein dicht porös, die Zwischenräume zwischen den Bläschen als abgränzende Furchen.

Discorbina Parker und Jones.

Brady bezeichnet in der systematischen Uebersicht (Seite 72 des IX. Bandes der Zoology zum Bericht über die Challengerreise) Discorbinen als freie oder aufgewachsene

Schalen, welche flach gewölbt, auch ganz flach, eine bogenförmige Schlitzmündung, dicht poröse Schale, häufig Nabelauflagerungen haben.

Unter den Rotaliaarten unterscheidet sich Discorbina dadurch, dass die obere Fläche schwach bis stumpf kegelförmig gewölbt, die Nabelfläche mehr oder weniger concav ist. Die obere Fläche zeigt mehrere Windungen von Kammern, die Nabelfläche ist im Mittel stark vertieft. Die Kammern der Schlussmündung reichen meistens nicht bis zur Schalenmitte, und man kann mehr oder minder deutlich auch einen Theil der Kammern der Anfangswindungen unterscheiden. Von dieser typischen Form weichen einzelne Arten durch Verflachung, andere durch stärkere Wölbung der oberen, zum Theil auch unteren Fläche ab.

Den Uebergang von Globigerina zu Discorbina bildet Discorbina rugosa, welche nach ihrer Structur und Figuration mehr eine Globigerina als eine Discorbina ist.

Nimmt man zur Mittelform *Discorbina rosacea* als eine Schale von gleicher Wölbung auf beiden Seiten, so reihen sich zunächst an diese die mehr in der Scheibe ausgebreitete, rothscheinende *Disc. eximia* und die im Centralknopf oben und unten kräftiger ausgebildete *Disc. Isabelleana* an. An diese Variationen der Disc. rosacea reihen sich die flacheren, auf der Nabelfläche vertieften, auf der Rollfläche wenig convexen Formen *Discorb. Vilardeboana* und *Disc. araucana* mit gerundetem Rücken, dann *Disc. Bertheloti* mit schneidigem Randkiel. Mit ebener Verflachung der unteren Reihe schliesst sich an *Disc. Baconica* und *Discorb. rarescens,* erstere mit kurzer Anfangswindung und derben oberen Scheidewänden der Kammern, letztere mit zarten oberen, kräftigen unteren Scheidewänden.

Wölbungen der Oberfläche bei gedrungenem Schalenbau und tiefer Einsenkung der unteren Fläche finden sich bei der wenig gekammerten *Disc. concinna,* den kräftigen, gesäumt gekielten Disc. turbo, bei Disc. orbicularis, opercularis, pileolus, tabernacularis, patelliformis.

Aechte Schüsselform zeigt Discorb. Parisiensis.

Schalen mit bauchiger Wölbung sind Discorb. obtusa, ventricosa, pulvinata, valvulata.

Disc. Saulcii nähert sich den Truncatulinen vermöge der Abplattung der Rollfläche.

Disc. biconcava ist flach auf beiden Seiten, am dicksten im Rande.

Discorbina rugosa d'Orbigny.

(Taf. XV. 1—3.) Brady 652.

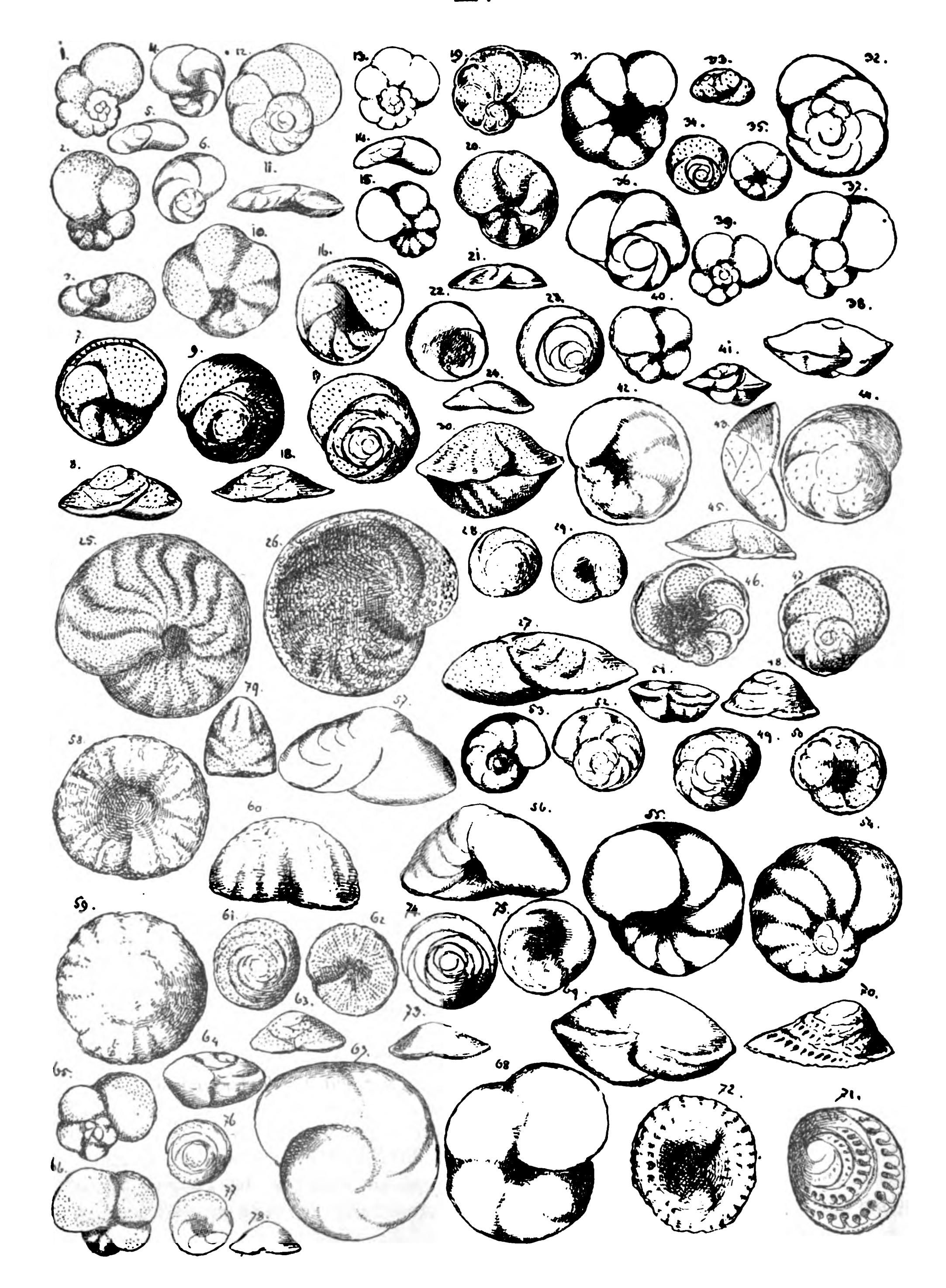
Von Brady wird das Vorkommen erwähnt von Papua, von d'Orbigny von Patagonien aus 300 bis 1100 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 86 — 1188 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Timor St. 92 — 5523 M. selt., St. 95a — 4078 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. selten.

Die Artmerkmale sind: flache Aufrollung, fast ebenes auf der oberen, tief eingesunkenes Gehäuse auf der Nabelfläche, kugelig gerundeter, breiter Rücken. Der Scheibendurchmesser schwankt von $0._{10}$ bis $0._{20}$ Millimeter.

Die jungen Exemplare zeichnen sich aus durch eine sehr zarte, feinfilzige, durchsichtige Schale, auf welcher Poren kaum wahrzunehmen sind. Allmählig wird die Schale dicker und es bietet die Oberfläche ziemlich kräftig gerandete, dicht stehende Poren. Die ersteren Windungen sind eng, die letzte Windung hat 6—7 Kammern. Alle Windungen mit ihren Kammern sind auf der Rollfläche, die Kammern der Schlusswindung, hie und da auch mit geringem Theile Kammern der ersteren Windungen, sind auf der vertieften Nabelfläche sichtbar als bauchig gewölbte, tief eingeschnittene Kugeln. Die Mündung ist bald mehr, bald weniger offenstehend am Schlusse des Saumes der letzten Kammer gegen die Nabelmitte.

XV


1.
2.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60
61.
62
63.
64
65.
66.
67.
68
69.
70.
71.
72.
73.
74.
75.
76
77
78.
79.

Tafel XV.

Fig. 1 Discorbina rugosa von oben,
„ 2 „ „ „ unten,
„ 3 „ „ „ vorne,
„ 4 „ araucana von unten,
„ 5 „ „ „ vorne,
„ 6 „ „ „ oben,
„ 7 „ globularis „ unten,
„ 8 „ „ „ vorne,
„ 9 „ „ „ oben,
„ 10 „ Bertheloti „ unten,
„ 11 „ „ „ vorne,
„ 12 „ „ „ oben,
„ 13 „ Vilardeboana von oben,
„ 14 „ „ „ vorne,
„ 15 „ „ „ unten,
„ 16 „ orbicularis „ „
„ 17 „ „ „ oben,
„ 18 „ „ „ vorne,
„ 19 „ Baconica von oben,
„ 20 „ „ „ unten,
„ 21 „ „ „ vorne,
„ 22 „ concinna „ unten,
„ 23 „ „ „ oben,
„ 24 „ „ „ vorne,
„ 25 „ Parisiensis von oben,
„ 26 „ „ „ unten,
„ 27 „ „ „ vorne,
„ 28 „ „ jung von oben,
„ 29 „ „ „ „ unten,
„ 30 „ „ Doppelgehäuse,
„ 31 „ eximia von unten,
„ 32 „ „ „ oben,
„ 33 „ pulvinata von vorne,
„ 34 „ „ „ oben,
„ 35 „ „ „ unten,
„ 36 „ Isabelleana von oben,
„ 37 „ „ „ unten,
„ 38 „ „ „ vorne,
„ 39 „ rosacea von oben,
„ 40 „ „ „ unten,

Fig. 41 Discorbina rosacea von vorne,
„ 42 „ turbo von unten,
„ 43 „ „ „ vorne,
„ 44 „ „ „ oben,
„ 45 „ rarescens von vorne,
„ 46 „ „ „ unten,
„ 47 „ „ „ oben,
„ 48 „ patelliformis von vorne,
„ 49 „ „ „ oben,
„ 50 „ „ „ unten,
„ 51 „ Saulcii von vorne,
„ 52 „ „ „ oben,
„ 53 „ „ „ unten,
„ 54 „ ventricosa von oben,
„ 55 „ „ „ unten,
„ 56 „ „ halb von vorne,
„ 57 „ „ von vorne,
„ 58 „ tabernacularis von unten,
„ 59 „ „ „ oben,
„ 60 „ „ „ vorne,
„ 61 „ pileolus von oben,
„ 62 „ „ „ unten,
„ 63 „ „ „ vorne,
„ 64 „ valvulata von vorne,
„ 65 „ „ „ oben,
„ 66 „ „ „ unten,
„ 67 „ obtusa von oben,
„ 68 „ „ „ unten,
„ 69 „ „ „ vorne,
„ 70 Patellina corrugata von der Seite,
„ 71 „ „ „ oben,
„ 72 „ „ „ unten,
„ 73 Discorbina opercularis von vorne,
„ 74 „ „ „ oben,
„ 75 „ „ „ unten,
„ 76 „ orbicularis „ oben,
„ 77 „ „ „ unten,
„ 78 „ „ „ vorne,
„ 79 „ tabernacularis von d. Seite.

Discorbina rosacea d'Orbigny.

(Taf. XV. 39—41.) Brady 644.

Beginnt nach Brady im Eocän, ist im Tertiär verschiedener Länder aufgefunden und lebt in fast allen Meeren bis zu 1800 Meter Tiefe.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. selt.; Cap Verden St. 10 — 3328 M. einige; Westafrika St. 17 — 677 M. mehrf.; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. häufig; Neuamsterdam St. 58 — 2622 M. mehrf., St. 59b — 1485 M. selten; westl. Australien St. 87b — 1187 M. mehrfach, St. 90 — 359 M. mehrf.; Amboina St. 101a — 55 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 822 M. selt., St. 104a — 3 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2679 M. selt.; Fidschi St. 127 — 3200 M. einige, St. 129 — 2432 M. selt.

Der Scheibendurchmesser des Gehäuses erreicht $0._{20}$ Millimeter. Beide Flächen sind gewölbt, die obere Fläche erhebt sich zu einem stumpfen Kegel, die Nabelfläche

ist in der Mitte grubig eingesunken. Der Rand bildet einen Kiel. Die obere Fläche zeigt die ersteren Windungen zu einem mehr oder weniger breit knopfförmigen Kegel aufgerollt, die Schlusskammer ist am Umriss gelappt, zählt fünf bis sechs Kammern, deren letzte etwas grösser ist und mehr vorragt, was namentlich in der Kielansicht deutlich bemerkbar ist. Die Nabelfläche hat in der Schlusswindung vom Kiel aus sich erhebende Kammerwölbung, die Kammern reichen aber nicht bis zur Nabelmitte. Letztere bleibt offener Nabel. Die Schalenoberfläche ist matt, die Mündung birgt sich im Nabeltheil der Schlusskammer. Jüngere Gehäuse sind glasdurchsichtig.

Discorbina eximia Hantken.

(Taf. XV. 31. 32.) Brady 646.

Von Hantken aus den Clavulina Szabói-Schichten fossil, von Brady aus der Torresstrasse von 290 Meter Tiefe erwähnt.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse fällt auf durch seine im letzten Umgang durchscheinende, in den inneren Windungen rosaroth gefärbte Schale. Bei $0._{24}$ Millimeter Scheibendurchmesser hat das Gehäuse eine gewölbte Spiralfläche und ist stark eingedrückt auf der Nabelfläche. Die Gesammtfigur ist eine ausgesprochene Disc. rosacea. Die Windungssäume und die Scheidewände der Kammern sind sehr deutlich eingeschnitten, die Kammerscheidewände stehen etwas schief gebogen. Die Nabelfläche lässt die Nabelgrube sehr deutlich abgegränzt erscheinen. Auf der Nabelfläche sind die sieben Kammern des letzten Umgangs sichtbar, sie fallen am Rande etwas zurück gegen den scharfen Kiel, wölben sich mit dem Flächentheile wenig, und zeigen eine matte, etwas filzig unebene, dazwischen zerstreute Poren umschliessende Oberfläche. Die Mündung ist ein Schlitz am Ende des Nabelsaumes der letzten Kammer.

Discorbina Isabelleana d'Orbigny.

(Taf. XV. 36—38.) Brady 646.

Ohne nähere Beschreibung erwähnt Brady diese Art als dünnschalige Varietät der Discorb. rosacea von Tahiti aus 1200 Meter Tiefe und als Sandfund d'Orbigny's von den Falklands-Inseln.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 88 M. selt.; westl. Australien St. 86a, 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse ist bei $0._{25}$ Millimeter Scheibendurchmesser auf beiden Flächen mässig convex, hat welligen Umriss, auf beiden Flächen eine centrale Scheibe, welche auf der Nabelfläche schärfer abgegränzt ist. Der Rand ist ein schwach gesäumter Kiel. Die Kammern der Schlusswindung sind nicht zahlreich, durch tiefe, auf der oberen Fläche stark nach rückwärts verlaufende Einsenkungen getrennt. Die Oberfläche ist glatt, die Schale glasig dünn. Von Discorb. rosacea unterscheidet die auf beiden Flächen ausgebildete Centralscheibe.

Discorbina araucana d'Orbigny.

(Taf. XIV. 4—6.) Brady 645.

Brady bezeichnet diese Art als Süsswasserform, sie ist bekannt aus allen Breiten, von Japan und Kerguelen bis zur Küste von Patagonien.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; östliches Australien St. 116 — 951 M. selten.

Das flache zierliche Gehäuse hat etwa $0._{10}$ — $0._{15}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist auf der oberen Fläche wenig convex, auf der Nabelfläche entsprechend concav. Der Rücken ist spitz eiförmig. Die ersteren Windungen sind enggerollt, aber deutlich getrennt. Die Schlusswindung ist bedeutend grösser, zählt 6—10 Kammern. Die Kammerscheidelinien sind gleichfalls tief und erscheinen im durchfallenden Lichte wie kräftige Rippen.

Der Nabel ist weit offen, die Kammern treten mit dem Raume der Schlusswindung nicht bis zur Nabelmitte heran. Die Oberfläche der Schale ist zuweilen fast glatt, zuweilen mit Poren besetzt.

Die Unterschiede, welche D. araucana von D. Vilardeboana trennen, bestehen vorzugsweise in der tieferen und breiteren Einsenkung der Scheidewände zwischen Windungen und Kammern bei Discorb. araucana.

Discorbina Vilardeboana d'Orbigny.

(Taf. XV. 13—15.) Brady 645.

Brady stellt diese Art mit D. araucana in gleichen Horizont des Vorkommens als Seichtwasserform.

Gazelle: Cap Verden St. 10 — 3328 M. selt.; Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. einige; Neuamsterdam St. 59b — 485 M. selt.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 78 — 2966 M. einige, St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101a — 55 M. selten.

Das Gehäuse hat Scheibenform, ist oben flach gewölbt, unten in der Schlusswindung zwar gewölbt, aber gegen die Nabelmitte stark eingesunken. Der Schalenrand ist gerundet. Die obere Fläche zeigt deutlich alle Windungen. Die Schlusswindung ist bedeutend grösser als die vorhergehenden. Die Windungen und die Kammern sind durch deutlich sich einsenkende, aber schmale Scheidelinien getrennt. Die Kammern der Schlusswindung (7—11) sind bauchig und treten auch als bauchige Ausbuchtungen am Schalenumrisse heraus.

Die Schalenoberfläche ist glatt bis porös matt. Die Schlusskammer versteckt mit der Zungenendigung im Nabel die Mündung.

Von D. auracana unterscheidet D. Vilardeboana sich durch die minder breiten Kammerrcheidewände, die buchtige Kerbung des Umrisses, den gerundeten Rand.

Beide Formen gehen vielfach in einander über.

Discorbina Bertheloti d'Orbigny.

(Taf. XV. 10—12.) Brady 650.

Die Verbreitung dieser Art reicht nach Brady von Novaja Semla bis zur Südspitze Australiens durch alle Meere, die gewöhnliche Tiefe geht nicht über 100 Meter hinab, es sind aber auch Tiefenfunde bis 3000 Meter bekannt.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1485 M. selt.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 78 — 2906 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Neu-Guinea St. 103 — 832 M. selt.; Fidschi St. 127 — 3200 M. selten.

Das Gehäuse ist scheibenrund, hat einen Durchmesser von $0._{10}$ bis $0._{25}$ Millimeter, ist flach, auf der oberen Fläche ganz wenig convex, dem entsprechend auf der Nabelseite eingedrückt. Der Rand ist stumpf- bis scharfkantig. Auf der oberen Fläche sind alle Windungen sichtbar. An die Anfangskammer reiht sich eine enge und kurze Mittelwindung, dann die Schlusswindung mit 6—8 Kammern, welche durch gebogene, bestimmt einschneidende Scheidelinien getrennt werden. Die Nabelfläche zeigt die Kammern mehr gewölbt, aber tief eingeschnittene Scheidelinien. Die Nabelmitte wird von den Kammern der Schlusswindung nicht erreicht. Die Oberfläche ist anscheinend glatt, bei stärkerer Vergrösserung zeigt sie dicht stehende, zarte Poren.

Discorbina Baconica Hantken.

(Taf. XV. 19—21.) Brady 651.

Von Brady angegeben aus dem Tertiär, lebend aus 1100 bis 3400 Meter Tiefe in dem nördlichen Atlantischen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selten; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selten, St. 90 — 389 M. einige; Neuguinea St. 103 — 832 M. selten.

Bei $0._{21}$ Millimeter Durchmesser hat das Gehäuse Scheibenform, ist flach, aber auf der Rollfläche eben wie bei Truncatulina, auf der Nabelfläche schwach convex. Der Rand ist zu einem Kiel verengt, die Kammern der Schlusswindung treten am Rande etwas lappig vor. Die mittleren Windungen sind eng entwickelt, die Windungssäume senken sich tief ein. Die Kammern der Schlusswindung sind 6—7, haben Bogenwölbung in den Scheidelinien der oberen Rollfläche, senken sich auf der Nabelfläche sigmoidal laufend gegen die Schalenmitte zu einer unbestimmten Vertiefung ein. Die Schalenoberfläche ist auf der oberen Fläche sehr zart, auf der unteren etwas deutlicher porös, die Schale selbst ist sehr dünn.

Von Discorb. Bertheloti unterscheidet der entschiedener für Truncatulina ausgebildete Bau, der in der Mitte fast geschlossene Nabel. Brady hält diese Form nur für eine Varietät von Discorb. Bertheloti. Allein die Wölbung der oberen Fläche und die Ebenheit der Nabelfläche bedingen einen grossen Unterschied zwischen Discorb. Bartheloti und D. Baconica. Der Gesammteindruck stellt vorliegendes Exemplar entschieden zu Truncatulina, und zwar mehr zu Trunc. lobatula, von welcher die obere Discorbinaartige Einrollung sie unterscheidet.

Discorbina rarescens Brady.

(Taf. XV. 45—47.) Brady 651.

Nach Brady ist diese Art in Tiefen von 170 und 290 Meter bisher gefunden bei den Philippinen und in der Torresstrasse.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Austr. St. 90 — 359 M. selt.

Diese von Brady als Varietät der Discorb. Bertheloti bezeichnete Form ist als flache Scheibe von $0._{10}$ — $0._{20}$ Millimeter Durchmesser auf der Aufrollungsfläche nur sehr wenig convex, auf der Nabelfläche eingesunken. Die dicht poröse Schale ist matt, zeigt auf der oberen Fläche die Anfangswindungen, die letzte Windung hat sehr schräg laufende Scheidewände und fünf Kammern. Diese Scheidewände geben sich bei auffallendem Lichte nur als wenig einschneidende Linien, bei durchfallendem Lichte als ungewöhnlich breite Balken. Die Nabelfläche bietet eine nicht scharf abgegränzte Grube in der Mitte, die Kammern verlieren sich in derselben mit ihren Nähten. Der Kiel ist schneidend, ohne in einen breiten Saum auszulaufen. Die Oberfläche ist dichtporös.

Von Discorb. Baconica unterscheidet sich D. rarescens bestimmt durch die zartlinige Abgränznng der Kammern auf der oberen Fläche und deren derbbandförmige Abgränzung, besonders bei durchfallendem Lichte, auf der Nabelfläche.

Discorbina concinna Brady.

(Taf. XV. 22—24.) Brady 646.

Bewohnt nach Brady die tropischen Meere bis zu 1100 Meter Tiefe, wurde angetroffen bei Taiti, Kandavu, Amboina, den Admiralsinseln und Philippinen.

Gazelle: Cap Verden — St. 13 — 69 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westlich von Australien St. 90 — 359 M. selten.

Die $0._{15}$ Millimeter im Durchmesser haltende Scheibe hat kreisrunden Umriss, ist auf der oberen Fläche gleichmässig gewölbt, auf der Nabelfläche concav. Der Kiel ist

sehr schwach gesäumt, fast kantig, die Oberfläche matt, dicht feinporös. Die Kammern werden durch schmale und wenig tief eingesenkte Scheidelinien getrennt. Die Windungen sind eingerollt mit seitlich aufgewölbtem Gipfel. Die letzte Windung hat 3 bis 4 Kammern, welche in der Nabelfläche nur durch flache Linien abgegränzt werden.

Discorbina orbicularis Terquem.

(Taf. XV. 16—18. 76—78.) Brady 647.

Brady bezeichnet diese Art als eine Bewohnerin der Korallenriffe bis zu Tiefen von 800 Meter, als ihre Heimath Westindien, die Inseln des Stillen Oceans, die Küsten von Frankreich, Irland, auch von Südaustralien. Fossil findet sie sich im Miocän und Pliocän von Italien.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. selt.; Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt,, St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Atlant. Ocean St. 157 — 4782 M. selten.

Das Gehäuse hat ungefähr $0._{20}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist auf der oberen Hälfte breit kegelförmig erhöht, auf der Nabelfläche eingesunken. Die obere Fläche zeigt eine centrale Anfangszelle, die Kegelspitze, aus welcher sich eine mittlere und eine Schlusswindung entwickeln. Diese Windungen haben je 3 — 4 Kammern. In der Schlusswindung sind die Kammern halbmondförmig verlängert. Die Einschnitte zwischen den Kammern sind deutlich eingesenkt. Am Rande tritt ein schmaler Kielsaum auf. Der Kiel ist schmal, nicht immer schneidend scharf. Die Nabelfläche bietet sich bald mehr, bald minder tief eingesunken. Die Schlusswindung zeigt Kammern, welche mit ihrer Wölbung in der Fläche etwas höher sind als der Kielsaum, in der Schalenmitte sich verlieren. Die Mündung sitzt als Schlitz am Nabelsaume der Schlusskammer. Die Oberfläche ist matt, mit sehr dichtstehenden, feinen oder auch grösseren Poren besetzt.

Discorbina opercularis d'Orbigny.

(Taf. XV. 73—75.) Brady 650.

Bekannt von Raine-Island, Torresstrasse, Bassstrasse, Port Jackson, Curtisstrasse, dann bei Cuba und Martinique aus Tiefen von 4 bis zu 300 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Das rundliche Gehäuse hat $0._{14}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist auf der oberen Fläche stumpf kegelförmig gewölbt, auf der Nabelfläche schwach eingesunken, hat einen kantigen, nicht schneidenden Kiel. Die obere Fläche rollt sich in schmalen, aus wenigen, langgestreckten Kammern gebildeten Windungen zu einem stumpfen Buckel auf, die Scheidewände schneiden nicht tief ein. Die Nabelfläche zeigt die Kammern sehr stark gebogen, die Nähte verlaufen in der Nabelmitte. Die Oberfläche der Schale ist anscheinend glatt oder trägt sehr dicht stehende, mittelgrosse Porenknötchen.

Discorbina turbo d'Orbigny.

(Taf. XV. 42—44.) Brady 642.

Beginnt nach Brady in der Kreide, lebt von 20 bis 800 Meter Tiefe bei den Cap Verden, bei Pernambuco, Ascension und Cap Jackson (Australien).

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Das Gehäuse hat im Scheibendurchmesser $0._{15}$—$0._{25}$ Millimeter, ist im Umkreis rund, auf der oberen Fläche stumpf kegelförmig. Die untere Fläche ist schwach convex. Der Kiel ist scharf. Die obere Fläche lässt nur undeutlich die einzelnen Windungen unterscheiden, im glänzenden Kegelgewölbe sind sie ganz verwischt. Die Nabelfläche zeigt nur eine, die letzte, Kammer deutlich abgetrennt. Diese endet mit einem gesäumten, von der Mitte zum Kielrande verlaufenden Mündungsschlitz. Die Oberfläche trägt



Poren, deren einzelne je nach Stellung der Schale besonders stark lichtbrechend strahlen.

Discorbina patelliformis Brady.

(Taf. XV. 48—50.) Brady 647.

Von Brady erwähnt von Ceylon, Madagaskar, Mauritius, Malta, den Inseln des südlichen Stillen Oceans aus Tiefen bis zu 280 Meter.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das scheibenrunde Gehäuse hat $0._{12}$—$0._{20}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist stumpf kegelförmig auf der Rollfläche, eingesunken auf der Nabelfläche. Die obere Fläche zeigt die Windungen und die Kammern durch flache, besonders im durchfallenden Lichte breit durchscheinende Scheidelinien getrennt, die ersteren Windungen und Kammern verlieren sich aber in der glänzenden Kegelmitte. Der Rand ist kielgesäumt. Die Nabelfläche zeigt die Kammern der Schlusswindung durch Scheidewände getrennt, welche nicht ganz zur Mitte reichen, dort in einer Nabelgrube sich verlieren oder unter kleinknolligen Auflagerungen verschwinden.

Discorbina pileolus d'Orbigny.

(Taf. XV. 61—63.) Brady 649.

Von Brady fossil angegeben vom Grignon und Miocän Malta's und lebend aus Tiefen von 3 bis 58 Meter von Port Jackson, den Freundschaftsinseln, vom Cap der guten Hoffnung, von Neusüdwales, Curtisstrasse, den Fidschi-Inseln, von Algoabay, Arica bei Peru.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das scheibenrunde Gehäuse hat $0._{20}$ Millimeter Durchmesser, wölbt sich nach oben flach, ist stumpfwinklig gerandet, auf der Nabelfläche eingesunken. Die obere Fläche zeigt schmale, in langen Bögen geschwungene Kammern, welche von der Mitte aus einem glatten Kegelknopfe auslaufen. Die Oberfläche ist dicht mit feinen Poren besetzt. Die Nabelfläche ist eingesunken, hat keine deutliche Abgränzung der einzelnen Kammern, zeigt dicht stehende, schwach erhabene Porenränder, welche zum Theil in dichten radialen Linien gereiht sind.

Discorbina tabernacularis Brady.

(Taf. XV. 58—60. 79.) Brady 648.

Ist nach Brady vorzugsweise zu finden in Corallenriffen in Tiefen von 500 Meter, und wurde getroffen bei Honolulu, Mauritius, Madagaskar, den Cap Verde-Inseln.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86 — 82 M. selten.

Das Gehäuse gleicht einem bald breiteren, bald spitzeren Bienenkorb, hat $0._{13}$ bis $0._{17}$ Millimeter Scheibendurchmesser, welcher von der Höhe der Schale gewöhnlich überschritten wird. Die obere Fläche der Schale baut sich aus niederen Kammern thurmförmig auf. Der obere Theil der Rollfläche verengt sich zu einer spitzen oder runden Haube. Windungen und Kammern werden durch wenig bemerkbare Scheidelinien getrennt. Die Nabelfläche ist eingesunken gegen die Mitte. Am Ende der Schlusskammer sitzt die Mündung als Saumschlitz. Der Schalenrand ist stumpfkantig, biegt sich gegen die obere Fläche schwach zurück. Vom Rande verlaufen gegen die Mitte der Nabelfläche in Strahlenlinien gereihte Poren. Die Rollfläche hat vom Scheitel gegen den Rand herabsinkende stumpfe Längswülste, welche nicht immer deutlich, am meisten in schmalen Exemplaren (XV. 79) im Gipfeltheile ausgebildet sind.

Discorbina Parisiensis d'Orbigny.

(Taf. XV. 25—30.) Brady 648.

Nach Brady beginnt diese Art im Eocän. Lebend kommt sie vor in Tiefen von 40 bis 90 Meter bei den Kerguelen, an der englischen und französischen Küste.

Gazelle: Kerguelen Port Palliser St. 55 — 91 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. mehrf.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 86 — 82 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Ausgewachsen zeigt diese Art eine flache Schüsselform. Die gewölbte obere Fläche erhebt sich gleichmässig gerundet, bleibt in der Mitte flach gewölbt, fällt sanft gegen den Rand ab. Die Nabelfläche ist ebenso eingesunken. Der Rand ist stumpfkantig. Der Durchmesser der Scheibe erreicht $0._{80}$ Millimeter. Die obere Fläche zeigt nur die aus zahlreichen Kammern gebildete Schlusswindung. Die Kammerscheidelinien sind zum Theil wellenförmig geschwungen, lassen in der Mitte der Schale eine offene Grube. Die Schale ist dicht mit Poren besetzt. Die Nabelfläche ist eingesunken. Die Kammern der Schlusswindung verlieren ihre Scheidelinien vor der mit Körnchen dicht bedeckten Schalenmitte. Die Mündung sitzt an dem Saum der Schlusskammer.

Junge Schalen von etwa $0._{15}$ Millimeter Durchmesser sind kleine Schüsseln mit etwas mehr Schalenwölbung nach oben. Sie sind sehr dicht mit Poren besetzt.

Figur 30 zeigt zwei übereinander gelagerte Gehäuse.

Discorbina (Rosalina) obtusa d'Orbigny.

(Taf. XV. 67—69.) d'Orbigny, die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Diese von d'Orbigny aus dem Tertiär von Nussdorf beschriebene Art wird von Brady aus Tiefen von 50 bis 800 Meter lebend angeführt von der Insel Ascension, der Davisstrasse und an der Westküste Schottlands.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Das einzige gefundene Exemplar hat ungefähr einen halben Millimeter im Scheibendurchmesser, ist auf beiden Seiten convex, am Rande zu einem Kiel verengt, welcher nur in der Randansicht deutlich wahrgenommen werden kann. Die obere Fläche zeigt kaum eine Abgränzung von Windung und Kammern, die Kammern sind etwa fünf in der Schlusswindung. Die untere Fläche zeigt den Nabel vertieft, lässt die Kammern etwas deutlicher unterscheiden. Die Schlusskammer schiebt sich auf der Nabelfläche aus ihrer unteren Wölbung mehr gegen die Mitte. Die Oberfläche ist matt (angegriffen?), löcherig.

Diese Art steht nach dem vorliegenden Exemplar Pulvinulina concentrica sehr nahe.

Discorbina pulvinata Brady.

(Taf. XV. 33—35.) Brady 650.

Bekannt aus Tiefen von 16 bis 30 Meter von den Admiralitätsinseln und bei Papua.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selten.

Das winzige Gehäuse hat einen scheibenrunden Umriss, ist auf der Spiralfläche hoch gewölbt, auf der Nabelfläche wohl auch bauchig gegen den Rand, in der Nabelmitte aber tief eingesunken. Der Kiel ist gerundet. Die obere Fläche zeigt 3 bis 4 Kammern in letzter Windung, die Anfangswindungen sind sehr klein, von einem centralen Scheibenknopf sich entwickelnd. Die Kammern der Schlusswindung haben sehr rasches Wachsthum und es erscheint die letzte Kammer ungefähr so gross, als die halbe Schale. Die Nähte schneiden tief ein, die Oberfläche ist rauh von stark umwallten Poren. Die Nabelfläche hat eine eigenthümliche radial-punktirte Furchenzeichnung, welche je nach der Einstellung des Tubus schärfer oder minder deutlich hervortritt. Der Scheibendurchmesser hat $0._{08}$ Millimeter.

Discorbina valvulata d'Orb.

(Taf. XV. 64—66.) Brady 644.

Kommt nach Brady in sehr geringer Tiefe vor an den Küsten von Australien, bei Westindien, bei den Canaren, den Hongkong-Inseln.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 130 — 1655 M. selten.

Die Abbildungen Brady's stimmen ganz gut, nur ist die Beschreibung einer dünnen, ausgebreiteten Schale (thin outspread) nicht zutreffend für den äusseren Umriss. Die Schale ist sehr durchsichtig, hat einen zarten Wandbau. Die Wölbung der Kammern ist besonders auf der Nabelseite eine beträchtliche, sodass jede Kammer auf halber Höhe der Windung zwischen Windungssaum und Kielrand einen bauchigen Buckel macht. Die Nähte der Windungen und der Kammern senken sich tief ein. Fünf Kammern stehen in der Nabelfläche. Die Aufrollungsfläche zeigt eine rasche Grössenzunahme der Kammern der Schlusswindung, stark eingesenkte, im durchfallenden Lichte als dicke Scheidewände erscheinende Nähte. Die ersteren Windungen rollen sich in der Mitte der Scheibe ein. Der Kiel bildet eine stumpfe Spitzbogenkante. Die Oberfläche ist dicht mit Poren besetzt. Die Mündung zieht sich als Saumspalt der letzten Kammer vom Rand gegen die Nabelmitte. Der Scheibendurchmesser hat $0._{21}$ Millimeter. Von den sehr ähnlichen Discorb. globularis unterscheidet namentlich die bauchige Wölbung der Kammern auf der Nabelfläche.

Discorbina ventricosa Brady.

(Taf. XV. 54—57.) Brady 654.

Brady erwähnt diese Art von Bermuda, den Azoren, den Canarischen Inseln, von Raine Island aus Tiefen von 285 bis 1130 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.

Das Gehäuse hat einen Scheibendurchmesser von einem halben Millimeter, hat eine eigenthümliche Form, indem die aus junger Aufrollung von einer runden Anfangszelle ausgehenden Windungen mehr in die Höhe als in die Breite wachsen. Dabei lagern sich die Kammern fächerartig aneinander, zeigen alle Windungen auf der oberen Schalenfläche. Die Nabelfläche hingegen lässt die Kammern gegen den Schalenrand bauchig erweitert erscheinen, und treten namentlich die letzteren zwei Kammern sehr bauchig hervor. Die Nabelmitte zeigt eine tiefe, undeutlich begränzte Grube.

Von Brady's Beschreibung und Abbildung dieser Art weicht das vorliegende Exemplar dadurch ab, dass es auf der oberen Fläche nicht stachelig rauh, sondern glatt ist.

Discorbina Saulcii d'Orbigny.

(Taf. XV. 51—53.) Brady 653.

Nach Brady findet sich diese Art bei Taiti, Peru, im Golf von Scala nova der Levante in Tiefen bis zu 1200 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 950 M. selt.

Der Durchmesser des scheibenrunden Gehäuses hat $0._{08}$ bis $0._{20}$ Millimeter. Die Schale hat eine wenig convexe obere Fläche, wird von einem stumpfen Kiel eingesäumt, rollt sich oben in mehreren Windungen ein, deren letzte acht Kammern hat. Die Scheidewände der Windungen und der Kammern schneiden mässig tief ein. Die Nabelfläche wölbt sich etwas höher als die obere Fläche, hat aber eine weit offene Nabelgrube, in welcher die vorausgehenden Windungen durchscheinen. Die Schlusswindung erscheint auf der Nabelfläche bauchig gerundet. Die Mündung ist wenig sichtbar. Die Oberfläche ist matt oder glatt. Wäre nicht die weit offenstehende Nabelgrube, so müsste diese Art zu Truncatulina verwiesen werden.

Discorbina biconcava Parker u. Jones.

(Taf. XVIII. 45—47.) Brady 653.

Bekannt aus Tiefen von 6 bis 290 Meter von mehreren Punkten bei Australien.

Gazelle: Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.

Das bei Station 103 gefundene Exemplar ist beschädigt, hat einen rundlichen Umriss, ist sehr flach, auf der oberen Seite ganz wenig gewölbt, auf der unteren ebenso eingesunken. Der Rand ist kräftig, umschliesst die Schale als münzrandiger Saum, welcher auf der Kielfläche eben verläuft, gegen die Seiten kantig abfällt. Die Kammern sind durch derbe Scheidewände getrennt, welche durchscheinen, am Rande nicht hervortreten. Die Schale ist dünn, porös rauh. Die Anfangswindung rollt sich als Rudiment in der Mitte der oberen Schalenfläche zu einer engen, undeutlichen Spira ein. Die Scheibenfläche hat $0._{50}$ Millimeter Durchmesser.

Patellina Williamson.

Wie Patella erhebt sich die Schale haubenförmig auf einer Seite, sinkt tief ein auf der anderen. Der Aufbau findet statt in kreisförmiger Anlagerung an eine Centralzelle, so dass der Mittelknopf durch die unten anwachsenden Windungen immer höher emporwächst. Eigenthümliche Lappenzungen der Kammerwände geben den Gehäusen ein krausenartiges Ansehen.

Patellina corrugata Williamson.

(Taf. XIV. 70—72.) Brady 634.

Im Tertiär beginnend, findet sich diese Art in Tiefen von 10 bis 1100 Meter lebend bei Nowaja Semlja, im nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen Oceans, im Indischen, südlichen Stillen Ocean, im Mittelländischen Meere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 13 — 69 M. einige; Kerguelen St. 55a — 104 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Westl. Australien St. 90 — 359 M. einige, St. 87 b — 1187 M. selten.

Die Schalen sind in jugendlichem Alter mehr flach, dünn, durchscheinend, werden später kräftiger und höher. Die Windungen der oberen, convexen Fläche legen sich meist in alternirenden Reihen, von zwei Seiten wechselnd übereinander. Manche Gehäuse haben die Windungslage in so engem Ringe, dass sie eine vom Schalenrande allmählig aufsteigende Kreiselrolle bilden. Die Poren treten in lappigen Vorsprüngen vor. Die untere Fläche zeigt zwei bis drei flach sich vertiefende, fast einander gegenüber abgegränzte Mittelwände in buchtiger Einsenkung gegen die Mitte.

Der Durchmesser ausgebildeter Exemplare erreicht ungefähr $0._{25}$ — $0\cdot_{30}$ Millimeter.

Spirillina Ehrenberg.

Ein ungetheiltes Rohr von gleichmässig langsam anwachsender Weite rollt sich in der Ebene in der Art auf, dass die späteren Windungen die vorausgegangenen kaum umfassen, so dass alle Windungen sichtbar bleiben auf beiden Seiten, auch wenn die Gehäuse sich etwas ungleich wölben und einsenken. Die Mündung ist das offenstehende Ende des Rohres.

Spirillina vivipara Ehrenberg.

(Taf. XVIII. 56—58.) . Brady 630.

Vom Miocän unter dem Namen Operculina punctata Reuss, Cyclolina impressa Egger und auch vom Irischen Tertiär beschrieben, kommt diese Art nach Brady in meist schlammigem Grunde in Tiefen bis zu 280, ja selbst 1200 Meter vor.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. einige; Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt.; Galewostrasse St. 104 a — 614 M. selt.; Westafrika St. 17 — 677 M. selten.

Das Gehäuse bildet eine rundgerandete Scheibe von $0._{08}$ bis $0._{20}$ Millimeter Durchmesser, ist auf beiden Seiten flach eingedrückt, rollt sich von einer Mittelscheibe als Röhre in übereinander gelagerten Windungen ohne Unterbrechung auf, endet vorne in eine offene Mündung. Das fortlaufende Rohr ist in seiner Mitte gewölbt und fällt gegen den Rand und gegen die vorhergehende Windung gerundet ab. Die Zahl der Windungen ist bald grösser, bald kleiner. Die Oberfläche der Schale trägt verhältnissmässig nicht kleine Poren, welche gewöhnlich nicht dicht nebeneinander stehen.

Häufig sind die Schalen angegriffen und blättern sich rissig in unregelmässigen Schollen ab. Genaue Beobachtung lässt aber auch hier die Poren unterscheiden durch ihre gleichförmige und scharfrandige Abgränzung.

Dass das letzte Stück des Schalenrohres, welches den Umriss bildet, die letzte Windung, unperforirt sei, wie Möbius angibt, konnte nicht beobachtet werden. Die Gehäuse sämmtlicher vorgenannten Fundstätten erscheinen, soweit sie erhalten sind, mit Poren bedeckt.

Dadurch, dass das Rohr beim Abfall gegen den Windungssaum gewölbt ist, erhält das Gehäuse im durchfallenden Lichte das Ansehen, als sei jede Windung besonders mit einer Leiste geziert, welche dem Saume parallel läuft. Bei auffallendem Lichte und wechselnder Einstellung erkennt man, dass die als kanalartig durchscheinende Doppellinie gesehene Saumleiste nur das Segment des im durchfallenden Lichte besonders sich abhebenden Schalenrandes ist, wie man je nach Einstellung des Tubus auch die äussere Umrisslinie einfach oder kanalartig doppellinig wahrnehmen kann.

Spirillina inaequalis H. B. Brady.

(Taf. XVIII. 40—42.) Brady 631.

Diese Art ist nach Brady bekannt aus Tiefen von 20 bis zu 300 Meter bei den Sandwichs-, Admiralitäts-, Freundschafts-, Fidschi-Inseln, in der Torresstrasse.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das runde flache Gehäuse hat einen Scheibendurchmesser von $0._{17}$ Millimeter, ist auf einer Seite höher als auf der andern, gegen die Mitte senken sich aber beide Flächen etwas ein. Die Windungen sind gleichmässig in Kreisen aufgerollt, die Röhre ist auf der oberen Fläche etwas kantig gewölbt gegen die vorhergehende Windung, nach dem Rande zu fällt die Kante rundlich ab. Auf der Kante der Windung sind, in gleichmässigen Abständen gereiht, wallrandige Poren. Die Schlusswindung endet ohne Mündung, in allmähligem Bogen sich verlierend. Die Schale ist matt rissig.

Spirillina decorata Brady.

(Taf. XVIII. 64. 65.) Brady 633.

Brady erwähnt diese Art von den Azoren, Canaren, Culebra-. Raine-, Booby-Inseln, von Pernambuco, Candavu aus Tiefen von 11 bis zu 2000 Meter.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 357 M. selt.

Die Schale ist rund, flach, hat $0._{25}$ Millimeter Scheibendurchmesser. Die Aufrollung bildet nicht viele Windungen, diese sind ziemlich deutlich abgegränzt durch einen Doppel-

saum. welcher auch in der Randansicht als gesäumter Kiel sich abhebt. In der Randansicht ist das Gehäuse sehr schmal, die vordere Endigung des Rohres zeigt sich gegen den Kiel noch kantig zugespitzt.

Ueber die Schale sind verhältnissmässig kräftige Poren verbreitet, welche symmetrisch radial zum Windungssaume stehen. Die kantige Zuspitzung des Kieles, der flache Bau der Schale unterscheiden diese Art von Sp. vivipara.

Spirillina limbata H. B. Brady.

(Taf. XVIII. 43. 44.) Brady 632.

Kommt bis zu 2800 Meter Tiefe im nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und Stillen Meeres, im Mittelländischen Meere und in der Südsee vor.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt., westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse ist flach, aus zahlreichen Aufrollungsringen gebildet, hat einen Durchmesser von $0._{08}$ bis $0._{15}$ Millimeter, zeigt im durchfallenden Lichte eine moosgrüne Schalenfarbe wie Cornuspira. Die einzelnen Windungen trennen sich durch einen deutlichen Saum ab, die letzte Windung endet ohne Wulst oder sonstiges Kennzeichen eines Abschlusses. Die Oberfläche der Schale ist glatt, auch matt oder etwas rissig angegriffen. Der Kielrand ist nicht so ausgesprochen quadratisch kantig, wie ihn Brady's Zeichnung gibt, sondern unregelmässig, bald schmaler, bald etwas seitlich verzogen. Die grösste Aehnlichkeit besteht mit Cornuspira involvens und carinata, doch ist erstere gekennzeichnet durch die ausgesprochene Rundung des Kieles sowie durch die Centralscheibe, während die letztere ihren kantigen Kiel als sehr auffälliges Merkmal trägt.

Die sicherste Arteigenthümlichkeit ist das saumartige Uebergreifen der späteren Windungen über die vorhergehenden.

Spirillina obconica H. B. Brady.

(Taf. XVIII. 59—61.) Brady 630.

Wurde nach Brady angetroffen in Tiefen von 30 bis 250 Meter in Gesellschaft mit anderen Spirillen bei Edwards-Insel, in Christmasharbour der Kerguelen und bei den Admirals-Inseln.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Die scheibenrunde Schale hat $0._{10}$ Millimeter Durchmesser, ist auf einer Fläche breit gewölbt, auf der anderen eingesunken. Der Kiel ist stumpf, in der Kielansicht tritt entsprechend der Convexität der oberen Fläche deren Wölbung flach bauchig vor. Die Aufrollung ist eine gleichmässige, aus sehr kleiner Centralscheibe beginnend, allmählig erweitert sich das Rohr, und am Ende hört dasselbe ohne besondere Wulstung oder sonstige Markirung der Oeffnung auf, des Rohres hohlen Raum offen zeigend. Die Schale zeigt graubräunliche Färbung und hat mässig tiefe Windungssäume, auf den Windungen ziemlich zerstreut stehende, verhältnissmässig grosse Löcher, ähnlich Sp. vivipara. In Glycerin gelegt füllt sich die Schale allmählig und man beobachtet dabei, dass die Schale ziemlich dick ist. Die Windungssäume zeigen die Abgränzungslinie doppelt, wie einen Siphon.

Spirillina tuberculata H. B. Brady.

(Taf. XVIII. 62. 63.) Brady 631.

Findet sich nach Brady an der britischen Küste, bei den Kerguelen, Fidschi-Inseln, Madagaskar, Honolulu, westl. Patagonien in Tiefen von 70—750 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Bei $0._{10}$ Millimeter Scheibendurchmesser hat das Gehäuse nur wenige Windungen, letztere sind verhältnissmässig hoch, senken sich gegen den Nabel tief ein mit ihrem Saume, die Wölbung des Rückens ist rund, die Oberfläche dicht besetzt mit Knötchen,

welche sehr gleichmässig vertheilt neben einander stehen und bei auffallendem Lichte dem Gehäuse ein rauhes Ansehen geben.

Spirillina limbata denticulata Brady.

(Taf. XVIII. 66.) Brady 632.

Bekannt aus Tiefen bis zu 280 Meter von Torresstrasse, Admirals-Inseln, Basstrasse.

Gazelle: Kerguelen St. 55 a — 104 M. selten.

Das Gehäuse ist scheibenrund, hat $0._{12}$ Millimeter Durchmesser, ist flach. Die einzelnen Windungen zeigen sich als Rohr, welches, in mässiger Dickenzunahme aufgerollt, in dem Mitteltheile des Rohres dicker erscheint, gegen den Saum der oberen und unteren Windung etwas abfällt, wie bei Sp. limbata. Entlang dem äusseren Rande lassen sich zahnradartig in regelmässiger Reihe stehende Poren unterscheiden.

Truncatulina d'Orbigny.

Die Eigenthümlichkeit dieser rotalinen Form ist eine fast ebene obere Fläche, auf welcher alle Windungen sichtbar sind, während die untere Fläche nur die Kammern der Schlusswindung zeigt, welche in der Regel ziemlich gewölbt sind, im Nabel bald vor einer Scheibe, bald in einer Grube endigen oder auch ohne Einsenkung zusammenstossen. Die Oberfläche der Schale trägt in der Regel Poren.

Truncatul. lobatula ist der Typus der Truncatulinen. Tr. Wüllerstorffii, rosea, tenuimargo, Ackneriana sind nur zartere oder derbere Variationen von lobatula.

Truncat. Ungeriana bildet den Uebergang zu den beiderseitig gewölbten, scheibennabeligen Formen, an welche Tr. pygmaea, Dutemplei sich anreihen.

Ebene obere Fläche, stark convexe untere Fläche haben Truncat. refulgens, Haidingeri, tenera, praecincta.

Besondere Formen sind Truncat. culter, margaritifera, Robertsoniana, reticulata, echinata, humilis, variabilis.

Truncatulina lobatula d'Orbigny.

(Taf. XVI. 1—3. 10—12.) d'Orbigny — Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Brady führt das fossile Vorkommen verwandter Formen in die Kohlenformation zurück, mit lebenden Schalen völlig übereinstimmende Exemplare sind aus der mesozoischen Zeit bekannt, im Tertiär ist das Vorkommen sehr verbreitet. Lebend trifft man diese Art in allen Breitegraden der Oceane in allen Tiefen bis zu 5500 Meter.

Gazelle: Cap Verden St. 10 — 3328 M. selt., St. 13 — 69 M. einige; Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Capstadt St. 37 — 91 M. mehrf.; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. einige, St. 67 — 347 M. einige; Kerguelen St. 55a — 104 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 59b — 1485 M. einige; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige, St. 92 — 5523 M. selt.; Amboina St. 101a — 55 M. einige; Neuguinea St. 104a — 3 M. selt.; zwischen Fidschi und Südamerika St. 140 — 5066 M. selt.

Die Grösse der Schale ist verschieden, $0,_{15}$ bis $0._{50}$ Millimeter Scheibendurchmesser. Die obere Fläche ist eben oder leicht eingedrückt. Die Windungen sind meist vollständig zu erkennen, die Schlusswindung schliesst am Rande ab mit einem gesäumten Kiel, die untere Fläche wölbt sich ziemlich stark, gleich vom Rande aus aufsteigend, die Kammerscheidewände laufen in der Nabelmitte ohne Buckel, fast ohne Vertiefung zusammen. Derbumwallte Poren stehen zerstreut über die Oberfläche der Schale. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusswindung als Schlitz, welcher, näher der oberen Fläche der letzten Kammer entlang, zuweilen weiter zurück, zwischen der vorletzten Windung und der Schlusswindung, beide trennend, fortläuft. Die Kammern bilden am Schalenrande nicht

bloss Ausbuchtungen, an grösseren Schalen trennen sich die letzteren Kammern zuweilen fast lappenförmig ab.

Seltene, grosse Gehäuse, wie Figur 10—12, zeigen durch fortgesetzte Krustenauflagerung rauhe Schalenoberfläche der unteren Seite, während die obere Fläche Windungen und Kammern mit zerstreuten Poren und kräftigen Scheidewänden erkennen lässt.

Truncatulina Wüllerstorffii Schwager.

(Taf. XVI. 13—15.) Schwager — Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. 1866.

Schwager beschreibt diese Art aus dem Pliocän von Nikobar, Brady bezeichnet sie als Tiefwasser-Schlickbewohner aller Oceane, sie wurde in Tiefen von 400 bis zu 4000 Meter angetroffen.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 53 — 366 M. einige, St. 55a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 59b — 1485 M. einige; westl. Australien St. 86 — 82 M. selt., St. 87b — 1187 M. mehrf., St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 96 — 2981 M. selt.; Amboina St. 101a — 55 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi St. 130 — 1655 M. einige.

Von ziemlich kleinen Dimensionen bis zu $0._{70}$ Millimeter Scheibendurchmesser, behält das Gehäuse den einheitlichen Charakter einer Tellerform, ist rund im Umriss, mehr oder minder eingesunken auf der Einrollungsfläche, mässig erhaben auf der Nabelfläche. Die Anfangswindungen sind enggerollt, die Schlusswindung zählt ziemlich viele (9—12) Kammern, welche näher dem Rand etwas mehr erweitert und gewölbt als am Nabel, gegen den kielscharfen Rand rasch abfallen. Die Scheidewände der Kammern schneiden tief ein, wölben sich in starkem Bogen. Die Fläche der Kammern trägt Poren, welche manchmal sehr zerstreut stehen und durch derbe Wälle umgränzt werden, bei anderen Gehäusen engestehend klein und wenig gerandet sind. Die Kammern erheben sich manchmal zu derben Wülsten zwischen den Scheidewänden und treten am Schalenumriss mehr oder weniger lappig hervor. Die Mündung sitzt als Schlitz am Nabelsaum der Schlusskammer. Die Oberfläche der oberen Hälfte hat kräftige Poren, die untere erscheint fast glatt.

Zuweilen kommen auch Schalen vor, welche auf beiden Flächen dichtstehende, bestimmt gerandete, aber nicht grosse Poren tragen.

Trunculatina rosea d'Orbigny.

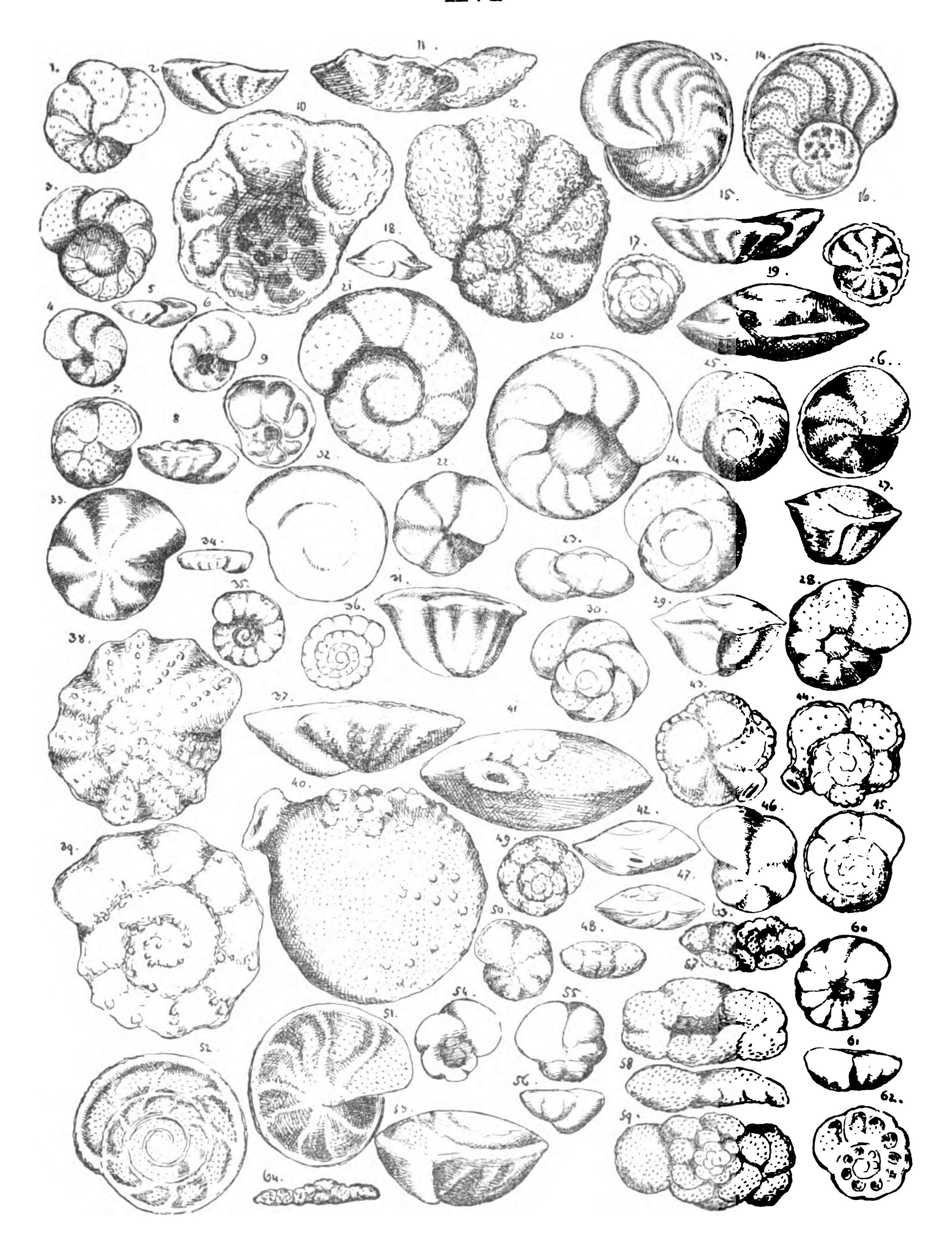
(Taf. XVI. 4—6.) Brady 667.

Ist nach Brady eine westindische Form, von Cuba, Martinique, Guadelupe, Thomas, Jamaika, Haiti bekannt.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selten.

Bei $0._{16}$ Millimeter Scheibendurchmesser ist die Schale rund im Umfang, hat eine gewölbte Nabelfläche, ist auf der Rollfläche eben, fast eingedrückt und hat einen kantigen, aber nicht schneidenden Kiel, welcher gegen die Nabelfläche etwas breiter ist. Die Nabelfläche zeigt eine geringe Einsenkung in der Nabelmitte, wo die geschwungenen Kammersegmente zusammenlaufen, vor einer undeutlichen Mittelscheibe sich verlierend. Die Kammern der Nabelfläche sind gut gewölbt, werden aber von den Scheidewänden sehr wenig eingeschnitten. Die 7 Kammern der letzten Windung sind auf der Rollfläche fast flach, und es zeigen sich auf der Mitte dieser oberen Fläche die Anfangswindungen eng und undeutlich. Die Schale ist dicht feinporös und hat roth durchscheinende Färbung.

XVI



Tafel XVI.

Fig. 1 Truncatulina lobatula von unten,
„ 2 „ „ „ vorne,
„ 3 „ „ „ oben,
„ 4 „ rosea „ unten,
„ 5 „ „ „ vorne,
„ 6 „ „ „ oben,
„ 7 „ tenuimargo von unten,
„ 8 „ „ „ vorne,
„ 9 „ „ „ oben,
„ 10 „ lobatula „ „
„ 11 „ „ „ vorne,
„ 12 „ „ „ unten,
„ 13 „ Wüllerstorffii von unten,
„ 14 „ „ „ oben,
„ 15 „ „ „ vorne,
„ 16 „ culter von unten,
„ 17 „ „ „ oben,
„ 18 „ „ „ vorne,
„ 19 „ Ungeriana von vorne,
„ 20 „ „ „ oben,
„ 21 „ „ „ unten,
„ 22 „ Dutemplei „ „
„ 23 „ „ „ „
„ 24 „ pygmaea „ oben,
„ 25 „ Haidingeri „ „
„ 26 „ „ „ unten,
„ 27 „ „ „ vorne,
„ 28 „ pygmaea „ unten,
„ 29 „ „ „ vorne,
„ 30 „ Dutemplei „ oben,
„ 31 „ refulgens „ vorne,
„ 32 „ „ „ oben,

Fig. 33 Truncatulina refulgens von unten,
„ 34 „ Robertsoniana von vorne,
„ 35 „ „ „ unten,
„ 36 „ „ „ oben,
„ 37 „ margaritifera „ vorne,
„ 38 „ „ „ unten,
„ 39 „ „ „ oben,
„ 40 „ echinata von der Seite,
„ 41 „ „ vom Rande,
„ 42 „ reticulata von vorne,
„ 43 „ „ „ unten,
„ 44 „ „ „ oben,
„ 45 „ tenera „ „
„ 46 „ „ „ unten,
„ 47 „ „ „ vorne,
„ 48 „ humilis „ „
„ 49 „ „ „ oben,
„ 50 „ „ „ unten,
„ 51 „ praecincta „ „
„ 52 „ „ „ oben,
„ 53 „ „ „ vorne,
„ 54 „ Dutemplei,
„ 55 „ „
„ 56 „ „
„ 57 „ variabilis von unten,
„ 58 „ „ „ vorne,
„ 59 „ „ „ oben,
„ 60 „ Ackneriana von unten,
„ 61 „ „ „ vorne,
„ 62 „ „ „ oben,
„ 63 „ variabilis obere Fläche,
„ 64 „ „ vom Rande aus.

Truncatulina tenuimargo Brady.

(Taf. XVI. 7—9.) Brady 662.

Nach Brady ist diese Art aus Tiefen von 70 bis 2000 Meter bekannt von der Torresstrasse, den Ki-, Fidschi-Inseln, bei Ostaustralien, den Falklands-Inseln.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Kerguelen St. 53 — 366 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86a — 1188 M. selt., St. 90 — 359 M. selten.

Brady betrachtet Tr. tenuimargo als eine Varietät von Tr. lobatula. Die Eigenthümlichkeit der Tr. tenuimargo besteht in einer geringen Anzahl von Kammern, in den schräg oder nur wenig gebogen nach rückwärts laufenden Scheidewänden der Kammern, einem schmalen Kielsaum, welcher Saum sich in der Schlusswindung auch in die Septa der Kammern, zum Theil sogar auf die Mittelwindung fortsetzt. Die obere Schalenfläche ist glatt, die Nabelfläche stark convex. Die sechs Kammern der Schlusswindung sind stark gewölbt, werden durch vom Rande her tief einschneidende Scheidewände getrennt.

Junge, zartschalige Exemplare lassen, auf der Nabelfläche liegend, die Scheidewände wie die Strahlen der Pulvinula repanda durchscheinen.

Truncatulina Ackneriana d'Orb.

(Taf. XVI. 60—62.) d'Orbigny, die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art aus dem Wiener Tertiär, Brady weist ihr nur die Zwischenstellung einer mit T. Ungeriana und lobatula vorkommenden Varietät zu.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St 67 — 347 M. selt.; östl. von Australien St. 116 — 951 M. selten.

Die scheibenförmige Schale ist auf der Aufrollungsfläche fast eingedrückt, auf der Nabelfläche in der Weise schwach gewölbt, dass die Kammern vom Kielrand sich rasch nach oben verdicken, dann aber gegen die Mitte sich eben verlieren. Ausgezeichnet ist diese Art durch Kammerwände von derber Fülle und gerade auf den Windungssaum gerichteter Stellung (bei durchfallendem Lichte). Die Poren sind höckerig gewallt, relativ gross und stehen unregelmässig vertheilt. Der Scheibendurchmesser hat $0._{12}—0._{18}$ Millimeter. Die Nabelscheibe ist unbestimmt geschlossen oder auch eine tiefe, engbegränzte Grube.

Truncatulina pygmaea Hantken.

(Taf. XVI. 24. 28. 29.) Brady 666.

Von Hantken beschrieben aus dem ungarischen Oligocän, kommt diese Art nach Brady lebend vor in Tiefen von 2000 bis 5600 Meter im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans und in der Südsee.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Kerguelen St. 53 — 366 M. selt.; Neuamsterdam St. 59b — 1485 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. einige; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 74 — 3968 M. selt.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 90 — 359 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. einige; Südspitze von Amerika St. 144 — 4280 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. einige; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. selten.

Das scheibenrunde, gewöhnlich nur $0._{15}—0._{22}$ Millimeter im Durchmesser erreichende Gehäuse charakterisirt sich durch einen auf der Nabelfläche stets, häufig auch auf der oberen Fläche bemerkbaren glattglänzenden Knopf. Die obere Fläche ist wenig gewölbt, der Saum der Windungen, sowie die Scheidelinien der Kammern sind tief eingesenkt. Die Scheidelinien scheinen als dicke Wände durch, laufen, besonders bei den letzteren Kammern der Schlusswindung, stark nach rückwärts. Die Nabelfläche ist höher gewölbt, ihr Centralknopf gränzt sich bestimmt ab. Auch diese Fläche zeigt die Scheidelinien der Kammern tief eingeschnitten. Die Schlusswindung zählt 8—10 Kammern. Die Oberfläche ist auf den Kammern etwas rauh von Poren, der Knopf in der Mitte ist auf der oberen und unteren Fläche glatt. Der Kiel ist kantig, nicht schneidend.

Truncatulina Dutemplei d'Orbigny.

(Taf. XVI. 22. 23. 30. 54—56.) Brady XCV. 665.

Bekanntes Vorkommen: fossil im Tertiär, lebend bis zu 3600 Meter Tiefe im südlichen Atlantischen, nördlich von Papua im Stillen Meere.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Kerguelen St. 55a — 104 M. mehrf.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. einige, St. 59 a. b — 1485 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 86a — 1188 M. selt., St. 87b — 1187 M. einige; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. einige; zwischen Fidschi und Südamerika St. 142 — 3658 M. selten; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. einige.

Der Scheibendurchmesser des Gehäuses wechselt von $0._{20}$ bis $0._{40}$ Millimeter. Die obere Fläche ist fast eben, sogar etwas eingedrückt, die untere vom Rande aus stark gewölbt, der Rand selbst gerundet. Die ersteren Windungen sind stets deutlich, eng, die Schlusswindung ist aus kräftigen Kammern gebildet, welche durch einschneidende gebogene Nähte getrennt werden. Die Nabelfläche zeigt 7—8 Kammern, deren Nähte

in der Mitte der Nabelfläche sich vereinigen ohne Grube oder Knopf. Die Oberfläche ist mit Poren besetzt, welche namentlich auf der oberen Fläche manchmal sehr stark gerandet sind und ziemlich weit von einander abstehen.

Truncatulina refulgens d'Orbigny.

(Taf. XVI. 31—33.) d'Orbigny — Tableau méthodique des Céphalopodes. 1826.

Nach Brady beginnt diese Art im Pliocän, kommt im Eisthon von Norwegen vor, lebt mit Vermeidung der Tropenzone in Tiefen bis zu 4400 Meter im nördlichen Atlantischen, im Mittelländischen, Adriatischen Meere, bei Ostaustralien, Patagonien, beim Cap der guten Hoffnung.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. einige; Capstadt St. 37 — 91 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. einige, St. 59 a — 1485 M. selt.; St. 59 b — 1485 M. selt.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selten; Westaustralien St. 90 — 359 M. mehrf.; zwischen Fidschi und Südamerika St. 142 — 3658 M. selten.

Der Scheibendurchmesser hat $0._{15}$ bis $0._{35}$ Millimeter. Die Schale ist auf einer Seite flach oder schwach eingesunken, auf der anderen hoch gewölbt. Die Aufrollungsfläche bietet selten deutliche Anfangswindungen, die Schlusswindung gränzt sich aber schärfer ab. Der Rand greift als halbkantiger Kiel zuweilen von der Nabelseite her etwas über. Die Nabelfläche vereinigt in der Mitte die Kammerscheidewände. Letztere wulsten sich zuweilen vorragend und laufen geradlinig von dem Nabelmittel nach dem Schalenrand. In der Nabelmitte schliessen sich die Kammern, welche ziemlich zahlreich sind, gedrungen an einander, die Scheidewände senken sich tief ein, die Kammern wölben sich dazwischen heraus.

Truncatulina culter Parker-Jones.

(Taf. XVI. 16—18.) Brady 668.

Kommt nach Brady bis zu 2930 Meter Tiefe bei den Canaren, im südlichen Atlantischen und Stillen Ocean vor. Schwager's Anomalina Bengalensis, pliocän und lebend von den Nikobaren, erachtet Brady hieher gehörig.

Gazelle: Westl. Australien St. 86a — 1888 M. selt., St. 87 — 915 M. selt.; St. 87b — 1187 M. selt.; Fidschi St. 130 — 1655 M. selten.

Das $0._{12}$ bis $0._{22}$ Millimeter Scheibendurchmesser haltende Gehäuse fällt auf durch den zackigen Rand des Kieles, ist auf beiden Flächen convex, mehr auf der Nabelfläche als auf der oberen. Die Nabelfläche zeigt in der Mitte eine unbestimmte Centralscheibe, an welche die tiefen Nähte der Kammern nicht ganz heran reichen. Die Aufrollungsfläche lässt die ersteren Windungen kräftig gebildet erscheinen und hat derbe Scheidewände zwischen den Kammern der letzten Windung. In der letzten Windung stehen etwa 12 Kammern. Brady zählt nach Parker's Artbeschreibung 25 Kammern in allen Windungen der oberen Fläche der Schale. Der Kiel wurde nie so breit angetroffen, dass er der Breite der Schlusswindung gleich gekommen wäre.

Truncatulina (Rotalina) Haidingeri d'Orbigny.

(Taf. XVI. 25—27.) d'Orbigny, Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Nach Brady beginnt diese Art im Eocän, d'Orbigny beschreibt sie aus dem Wiener Tertiär von Nussdorf. Lebend findet sie sich bis zu 3400 Meter Tiefe im nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen, im Indischen Ocean, im Mittelländischen und Rothen Meere.

Gazelle: Tafelbai St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 59 — 1458 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt., St. 130 — 1655 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selten; Atlantischer Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. selten.

Die Definition der T. Haidingeri nach d'Orbigny gibt ein Gehäuse von rundlichem Umriss, trochoidem Aufbau, sehr convexer Wölbung nach oben, nabeliger unterer Fläche.



Nach der Abbildung Brady's in Taf. XCIV sind beide Flächen fast gleich gewölbt. Die vorliegenden Gehäuse der Gazelle-Proben haben in der Regel eine convexere Wölbung der Nabelfläche, auch sind die Scheidewandlinien nicht so zart. Doch stimmen die Hauptmerkmale namentlich mit d'Orbigny's Beschreibung und Abbildung insoferne überein, als die obere Fläche convex und in mässig engen Windungen aufgerollt, die Nabelfläche aus dreieckigen, voll erhabenen Kammern gebildet, der Rand deutlich gekielt, die Oberfläche dicht porös erscheint. Die Schlusswindung hat 8—11 Kammern. Der Scheibendurchmesser der Schale hat $0._{17}$—$0._{25}$ Millimeter.

Truncatulina tenera Brady.

(Taf. XVI. 45—47.) Brady 665.

Kommt nach Brady in Tiefen von 700 bis 3200 Meter bei den Canarischen Inseln und nahe der Küste von Chili und Patagonien, im Stillen Meere, im Allgemeinen selten vor.

Gazelle: Zwischen Fidschi und Südamerika St. 141 — 4460 M. selt.

Die zierliche Schale ist auf beiden Seiten ziemlich gewölbt, hat einen kantigen Kiel und rollt sich oben in drei Windungen auf. Die Windungssäume sind deutlich, ebenso die Einschnitte der Kammerwände. Auf der Rollfläche sind die Kammern länger als hoch, am Umriss der Schale treten sie aber nur wenig gelappt vor. Die Nabelfläche hat sechs bis zehn Kammern. Die Nähte derselben sind geschwungen, senken sich mässig tief ein und treten in der Nabelmitte ohne Grube oder Erhöhung zusammen. Der Saum der letzten Kammer ist etwas wulstig vom Nabelmittel bis zum Schalenrande und bildet zugleich die Schalenmündung. Die Schalenoberfläche ist zart matt. Der Durchmesser der Scheibe ist $0._{17}$ Millimeter.

Truncatulina (Rotalina) reticulata Czíczek.

(Taf. XVI. 42—44.) Cziczek, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1848.

Nach Brady beginnt diese Art im Pariser Eocän, lebend findet sie sich in Tiefen von 30 bis zu 800 Meter im Mittelländischen Meere, bei Portugal, Bermuda, Westindien, Pernambuco, Südaustralien und im südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; Amboina St. 101a — 55 M. selten.

Die Gehäuse haben $0._{10}$ bis $0._{25}$ Millimeter Scheibendurchmesser, sind rund und auf beiden Seiten mässig gewölbt. Sie fallen auf durch den eigenthümlich zackig unebenen Umriss, einen krausenartigen Kielsaum, welcher mehr oder weniger in die Scheidewände der wenigen Kammern der einzig deutlich erkennbaren Schlusswindung sich hereinzieht. Die untere Fläche der Schale ist etwas höher, hat eine sanfte Nabelvertiefung, in welcher die Kammernähte sich vereinigen. Das wesentlichste Merkmal dieser Art ist ein kurzer, frei abstehender Röhrenansatz mit einem Lippenrand als Träger der Mündung am Schluss der letzten Kammer. Den Scheidewänden entlang tragen die Kammern je eine Knötchenreihe.

Die Gehäuse werden, wenn sie älter und grösser sind, undeutlicher in der Skulptur und verwischter in den Scheidewänden.

Truncatulina Robertsoniana Brady.

(Taf. XVI. 34—36.) Brady 664.

Kommt bis zu 3700 Meter Tiefe vor bei den Westindischen Inseln, bei Pernambuco und in dem nördlichen Theile des Atlantischen Oceans.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86a, St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Diese Form fällt auf durch die scheibenrunde Gestalt, eine sehr allmählige Zunahme

des Kammerwachsthums und zahlreiche Kammern in den Windungen. Letztere sind auf der oberen Fläche in sehr regelmässiger Umfassung vollständig sichtbar, haben einen sehr deutlichen Windungssaum und zeichnen sich aus durch fast ganz gerade Kammerscheidewände, welche senkrecht auf dem Windungssaume stehen. Die Kammerwände senken sich ziemlich tief ein. Die ganze Aufrollungsfläche ist nur wenig convex. Die Nabelfläche zeigt 12 bis 14 Kammern in der Schlusswindung, die Kammern reichen nicht ganz bis zur Mitte, sondern lassen eine offene Nabelgrube, in welcher die ersteren Windungen zum Theil sichtbar sind. Die Nabelfläche erhebt sich vom Rande der Schale aus ziemlich rasch, bleibt aber dann eben und senkt sich gegen die Mitte etwas ein. Die Porosität der Schale ist zart. Der Scheibendurchmesser des Gehäuses hat $0._{10}$ bis $0._{33}$ Millimeter.

Grössere Gehäuse zeigen eine obere Fläche mit ziemlich kräftigen Pustelhöckern, welche nicht dicht stehen, während die Nabelfläche ganz glatt erscheint.

Truncatulina echinata Brady.

(Taf. XVI. 40. 41.) Brady 670.

Nach Brady findet diese Art sich im Korallensand des Stillen und Indischen Oceans in Tiefen von 4—280 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Die Schale ist scheibenrund, linsenförmig, wölbt sich mit der oberen und unteren Fläche gleichmässig, aber nicht hoch, hat am Rand einen stumpfkantigen Kiel. Kammerabscheidungen sind an dem einzigen vorliegenden Exemplare nicht zu unterscheiden. Die Oberfläche ist dicht besetzt mit Poren, theilweise auch mit Knötchen, welche nahe dem Kielrande gegen den Mündungskragen hin rundliche, warzenartige Auswüchse bilden. Das Eigenthümlichste dieser Art ist der vom Rande aus sich abhebende Mündungskragen. Die Schale ist verhältnissmässig gross, hat $0._{60}$ Millimeter Durchmesser.

Truncatulina praecincta Karrer.

(Taf. XVI. 51—53.) Brady 667.

Beginnt im Miocän, kommt im Rothen Meere, bei den Philippinen, den Südsee-Inseln bis zu 500 Meter Tiefe vor.

Gazelle: Tafelbai St. 37 — 90 M. selt.; Mauritius St. 63 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt.; Amboina 101a — 55 M. einige; St. 152 — 80 M. selt.

Bei einem Scheibendurchmesser bis zu einem Millimeter ist das Gehäuse oben ziemlich flach, auf der unteren Fläche gewölbt, am Rande rund, gekielt. Auf der oberen Fläche sinkt die Schale zunächst dem Rande etwas ein, dann wölbt sich vom vorletzten Umgang gegen die Mitte die Fläche sanft. Die Windungssäume sowie die stark nach rückwärts gerichteten Kammerwände treten als undeutliche Erhebungen vor, die Schalen sind auf der Fläche der Kammern fein mattporös. Die Nabelfläche zeigt in der Mitte eine unbestimmte Centralscheibe, vor welcher die Kammerwände, vom Rande her dicker werdend, als kantige Erhöhungen endigen. Die Mündung sitzt am Saum der letzten Kammer zwischen Kiel und Nabelmitte.

Truncatulina humilis Brady.

(Taf. XVI. 48—50.) Brady. 665.

Von Brady als Tiefwasserform bezeichnet, fand diese Art sich in Tiefen von 1800 bis 5000 Meter im nördlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 78 — 2906 M. selt.: zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. einige; östl. Australien St. 116 — 951 M. selten; Neuguinea St. 104a — 3 M. selten; Fidschi St. 130 — 1655 M. einige.

Das Gehäuse ist stets klein, misst im Scheibendurchmesser $0._{12}$—$0._{18}$ Millimeter, gleicht einer eng geschlossenen Globigerina, ist am Rande breit gerundet. auf beiden Flächen gewölbt, auf der oberen Fläche etwas abgeplattet. Hier zeigen sich die sämmtlichen Windungen in gleichmässiger Einrollung, die einzelnen Kammern (8—9 in der Schlusswindung) weniger scharf abgetrennt durch Scheidelinien. Die Nabelmitte vereinigt, ohne eine Grube oder Scheibe zu bilden, die geradlinigen Scheidewände der gleichmässig gewölbten Kammern. Die Oberfläche ist rauh, die Mündung wenig bemerkbar am Schluss der letzten Kammer.

Truncatulina variabilis d'Orbigny.

(Taf. XVI. 57—59. 63. 64.) Brady 661.

Nach Brady beginnt diese Art im Eocän und lebt bis zu 3600 Meter Tiefe in allen Meeren und unter allen Zonen.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Tafelbai St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt,; St. 90 — 359 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.

Die Mehrzahl der gefundenen gut erhaltenen Gehäuse hat kleinen Umfang, etwa $0._{25}$ Millimeter Länge, die über diese Länge hinausgehenden Gehäuse sind mehr oder minder fragmentär. Alle Grössen zeigen eine flache, mehr lange als breite Kuchenform. Diese wird aus Kammern gebildet, welche von einer Anfangszelle in rotaliner Form sich aneinander reihen, eine oder mehrere regelmässige Windungen bilden. Mit zunehmendem Wachsthum der Kammern werden diese — wahrscheinlich durch die Unterlage, auf welcher sie aufwachsen, bestimmt — ungleich und weichen im spiralen Anschluss an die Nachbarkammern unregelmässig seitlich aus. Die Oberfläche der Kammern ist pustelkörnig. Eine der Flächen senkt sich concav ein und erscheint undeutlicher in der Lagerung und Aufrollung der Kammern.

Pulvinulina Parker und Jones.

Pulvinulina ist eine sehr verschieden geformte Rotalina, welche in der Regel fein porös in der Schale, gerundet im Umriss, auf beiden Seiten mehr oder minder gewölbt ist. Die Aufrollung ist eine sehr verschiedene, die Mündung sitzt ziemlich constant am Schluss der letzten Windung gegen die vorausgehende Windung gerichtet als halbmondförmiger oder länglicher Ausschnitt am Saume der Schlusskammer.

Die regelmässigere Form entwickeln die auf beiden Flächen gleichmässig gewölbten Pulv. Partschii, elegans, repanda, concamerata, Schreibersii, umbonata, nana;

flache Formen mit rundlichem Umriss sind Pulvin. Menardii, Brongniarti, fimbriata, pauperata; den gewölbten Formen mehr oder minder sich nähernd Pulv. Canariensis, lateralis, tumida, Patagonica, Haueri, concentrica;

als verlängerte ohrenförmige Gruppe erscheinen Pulvin. oblonga, auricula, scabra;

der Truncatulina stehen näher als oben flache oder eingesunkene Arten Pulvinulina Micheliniana, crassa, patella;

ganz besondere Form bietet Pulvin. favus.

Die rotalinen Formen finden sich häufig in den verschiedensten Proben in winzigsten Grössen Taf. XVII. a—e. Dieselben kennzeichnen sich beim durchfallenden Lichte durch einen einfachen Anlagerungsbau einzelner Kammern um eine mittlere Scheibe. Scheibe und Kammern solcher Jugendformen sind aus Schalen von gleicher Dicke gebildet. Die steil zur Mittelkammer gerichteten Kammerscheidewände sind Unterscheidungsmerkmale, welche die Pulvinulinen von den gleich jugendlichen Globigerinen verschieden erscheinen lassen. Sternförmige Scheidewände führende Pulvinulinen (repanda) zeigen in den kleinsten Gehäuschen bereits diese Sternfigur (XVII. 45. d).

Pulvinulina repanda Fichtel und Moll.

(Taf. XVIII. 34—36.) Brady 684.

Nach Brady beginnt diese Art im jüngeren Tertiär, findet sich lebend zumeist in geringer Tiefe, geht aber bis zu 1800 Meter hinab und ist in allen Meeren mit Ausnahme der arktischen Regionen anzutreffen.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. einige; Cap Verden St. 10 — 3328 M. einige; Westküste Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 18 — 68 M. selt.; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Kerguelen St. 55a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 a. u. b. — 1485 M. einige; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 74 — 3966 M. mehrf., St. 78 — 2906 M. selt., St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 86a — 1188 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 832 M. selt., St. 107 — 2798 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt., St. 130 — 1655 M. selt.; Südamerika-Spitze St. 144 — 4280 M. selt.; zwischen Montevideo und Tristan St. 156 — 3950 M. selt.

Das Gehäuse ist klein, hat $0._{06}$ bis $0._{12}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist auf beiden Seiten mässig gewölbt, am Rande schmal oval bis kantig. Die obere Fläche hat sehr deutlich einschneidende Windungs- und Kammerlinien, die Schlusswindung zählt 5—6 Kammern, die Scheidelinien laufen sehr stark nach rückwärts. Die Nabelfläche zeigt die Sternbildung der im Nabelmittel sich vereinigenden Scheidewände, die Nabelmitte selbst ist weder Scheibe, noch Grube. Die Oberfläche ist matt. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer auf der Nabelfläche.

Pulvinulina concamerata Montagu.

(Taf. XVIII. 28—30.)

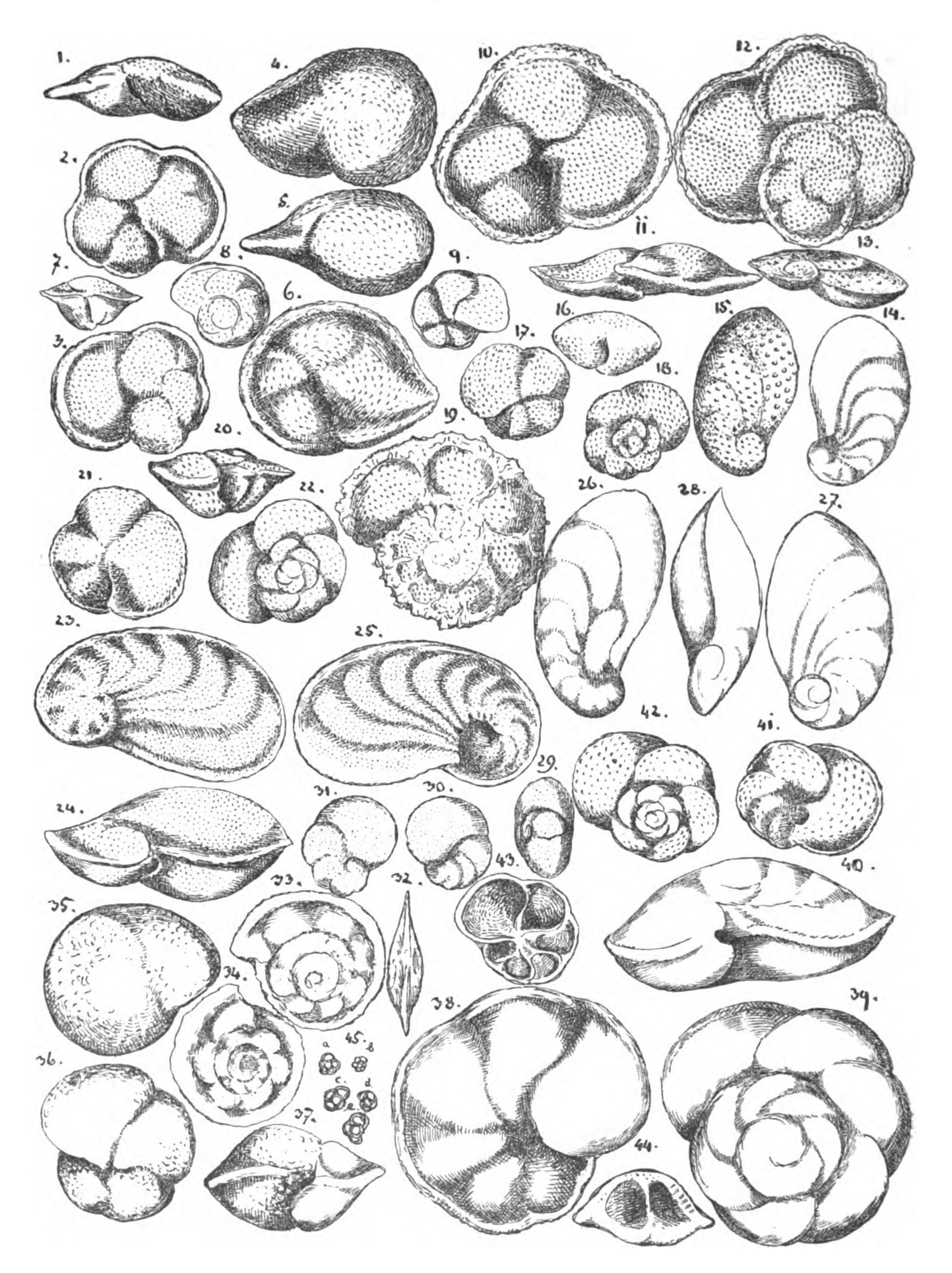
Brady bezeichnet die Küsten von England, Belgien und Frankreich als die Fundstellen, wo diese Varietät von P. repanda in 36 bis 280 Meter Tiefe angetroffen wurde.

Gazelle: Westl. Portugal St. 3 — 5301 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt., St. 87 — 918 M. selt.; westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.

Das Gehäuse ist glasglänzend, hat eine geringe Wölbung auf der oberen Fläche, eine stärkere auf der unteren, einen kantig gesäumten Kiel. Fünf Kammern der letzten Windung werden von schiefwinkligen, bandförmigen Scheidewänden getrennt, auf der oberen Fläche eine enge Anfangswindung umfassend. Die Nabelfläche hat kräftige Kammern, welche mit ihrem schmalen Theile im Nabelmittel sich vereinigen ohne einen ausgeprägten Nabelknopf zu bilden. Der Kiel ist ausgezeichnet gesäumt. Der Durchmesser der Scheibe hält $0._{25}$ Millimeter. Im durchfallenden Lichte erscheinen die Scheidelinien der Windungen und der Kammern als kräftige breite Bänder.

Von Pulv. repanda unterscheidet die kräftige Ausbildung der Scheidewände und der gesäumte Kiel, der an Rotalina sich mehr anschliessende Gesammtbau der Schale.

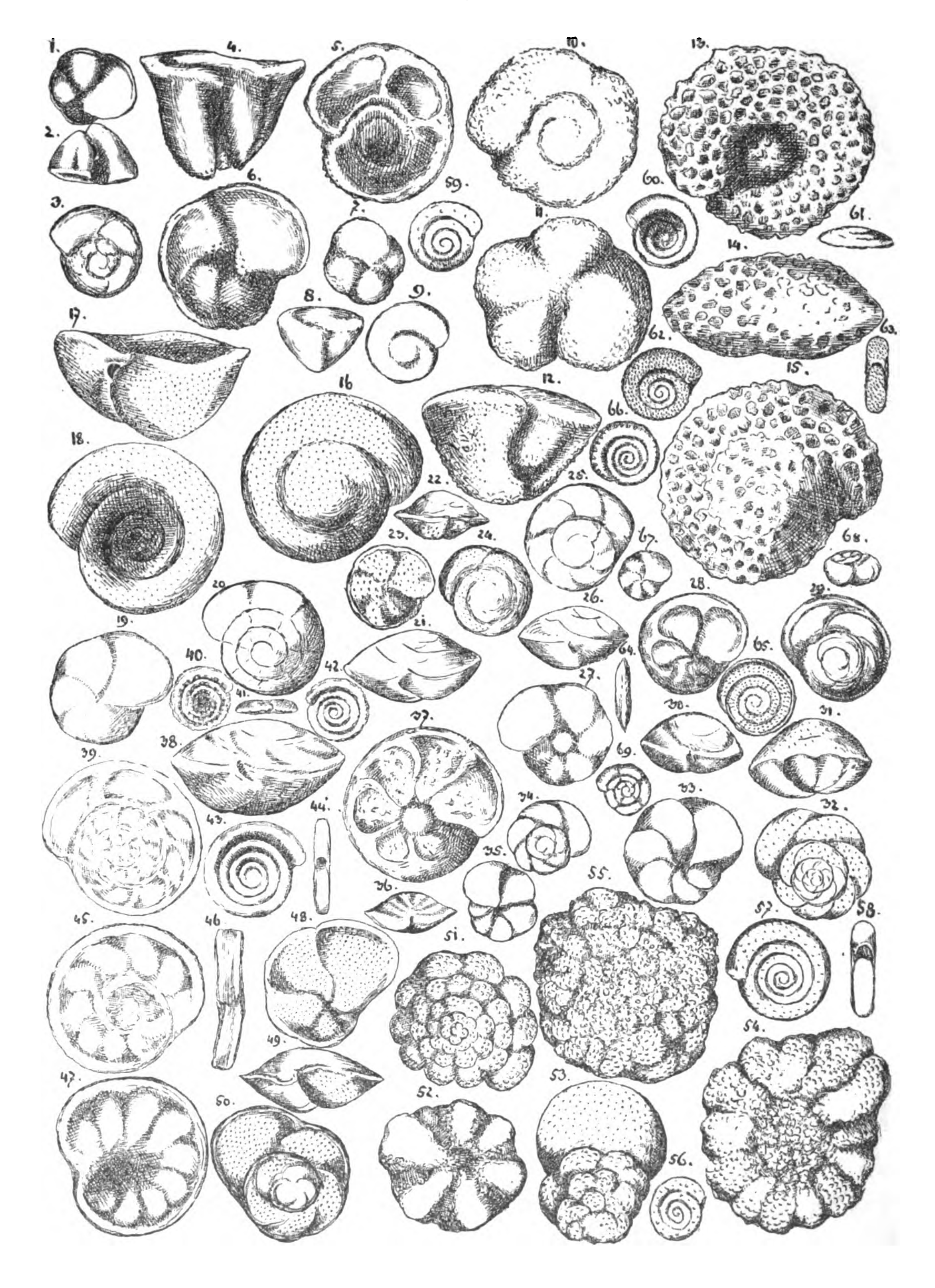
XVII


1.
4.
10.
12.
2.
5.
11.
13.
7.
8.
9.
6.
16.
15.
14.
3.
17.
18.
20.
19.
21.
22.
26.
28.
27.
23.
25.
42.
41.
29.
24.
31.
30.
43.
40.
35.
33.
32.
34.
38.
39.
45.
36.
37.
44.

Taf. XVII.

Fig.	1	Pulvinulina	Menardii	von vorne,
„	2	„	„	„ unten,
„	3	„	„	„ oben,
„	4	„	tumida	„ „
„	5	„	„	„ vorne,
„	6	„	„	„ unten.
„	7	„	Menardii jung	von vorne,
„	8	„	„ „	„ oben,
„	9	„	„ „	„ unten,
„	10	„	„ ausgewachsen	von unten,
„	11	„	„ „	„ vorne,
„	12	„	„ „	„ oben,
„	13	„	scabra	von vorne,
„	14	„	„	„ unten,
„	15	„	„	„ oben,
„	16	„	Patagonica	von vorne,
„	17	„	„	„ unten.
„	18	„	„	„ oben.
„	19	„	fimbriata;	
„	20	„	Canariensis	von vorne,
„	21	„	„	„ unten,
„	22	„	„	„ oben,
„	23	„	oblonga	„ „
„	24	„	„	„ vorne,
„	25	„	„	„ unten.
„	26	„	auricula	„ unten,
„	27	„	„	„ oben,
„	28	„	„	„ vorne,
„	29	„	Haueri	„ „
„	30	„	„	„ unten,
„	31	„	„	„ oben,
„	32	„	pauperata	„ vorne,
„	33	„	„	„ oben.
„	34	„	„	„ unten,
„	35	„	tumida	„ oben,
„	36	„	„	„ unten,
„	37	„	„	„ vorne,
„	38	„	concentrica	„ unten,
„	39	„	„	„ oben,
„	40	„	„	„ vorne,
„	41	„	Brongniarti	„ unten,
„	42	„	„	„ oben,
„	43	„	Partschiana,	Schliff in horizontaler Richtung,
„	44	„	tumida,	Schliff in vertikaler Richtung,
„	45 a bis e	Jugendformen.		

XVIII



Taf. XVIII.

Fig. 1 Pulvinulina Michelini jung von unten,
„ 2 „ „ „ „ vorne,
„ 3 „ „ „ „ oben,
„ 4 „ „ von vorne,
„ 5 „ „ „ oben,
„ 6 „ „ „ unten,
„ 7 „ crassa jung von unten,
„ 8 „ „ „ „ vorne,
„ 9 „ „ „ „ oben,
„ 10 „ „ von oben,
„ 11 „ „ „ unten,
„ 12 „ „ „ vorne,
„ 13 „ favus „ unten,
„ 14 „ „ „ vorne,
„ 15 „ „ „ oben,
„ 16 „ patella „ unten,
„ 17 „ „ „ vorne,
„ 18 „ „ „ oben,
„ 19 „ umbonata von unten,
„ 20 „ „ „ oben,
„ 21 „ „ „ vorne,
„ 22 „ nana von vorne,
„ 23 „ „ „ unten,
„ 24 „ „ „ oben,
„ 25 „ Partschiana von oben,
„ 26 „ „ „ vorne,
„ 27 „ „ „ unten,
„ 28 „ concamerata von unten,
„ 29 „ „ „ oben,
„ 30 „ „ „ vorne,
„ 31 „ Schreibersii von vorne,
„ 32 „ „ „ oben,
„ 33 „ „ „ unten,
„ 34 „ repanda „ oben,
„ 35 „ „ „ unten,
Fig. 36 Pulvinulina repanda von vorne.
„ 37 „ elegans „ unten,
„ 38 „ „ „ vorne,
„ 39 „ „ „ oben,
„ 40 Spirillina inaequalis „ „
„ 41 „ „ vom Rande,
„ 42 „ „ von unten,
„ 43 „ limbata „ der Seite
„ 44 „ „ „ vorne,
„ 45 Discorbina biconcava von oben,
„ 46 „ „ „ vorne,
„ 47 „ „ „ unten,
„ 48 Pulvinulina lateralis „ oben,
„ 49 „ „ „ vorne,
„ 50 „ „ „ unten,
„ 51 Cymbalopora Poeyi „ oben,
„ 52 „ „ „ unten,
„ 53 „ bulloides,
„ 54 „ tabelliformis von unten,
„ 55 „ „ „ oben,
„ 56 Spirillina vivipara,
„ 57 „ „ von der Seite,
„ 58 „ „ „ vorne,
„ 59 „ obconica „ oben,
„ 60 „ „ „ unten,
„ 61 „ „ vom Rande,
„ 62 „ tuberculata von der Seite,
„ 63 „ „ „ vorne,
„ 64 „ decorata vom Rande,
„ 65 „ „ von der Seite,
„ 66 „ limbata denticulata,
„ 67 Pulvinulina Schreibersii von unten,
„ 68 „ „ „ vorne,
„ 69 „ „ „ oben.

Pulvinulina Schreibersi d'Orbigny.

(Taf. XVIII. 31—33. 67—69.) Brady 697.

Beginnt im Tertiär und wurde vom Challenger an sechs Stellen bei Inseln des südlichen Stillen Meeres 20—300 Meter tief und bei Bermuda 800 Meter tief aufgefunden. Ist auch aus dem Rothen und dem Mittelländischen Meere bekannt.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige, St. 36 — 3466 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Kerguelen St. 55 — 2624 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2324 M. selt.; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 70 — 1425 M. selt.; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 79 — 3548 M. selt., St. 80 — 3987 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. einige; St. 90 — 359 M. selt.; Timor St. 95b — 4078 M. selt.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.

Diese Form charakterisirt sich durch einen runden Umriss mit fast gerundetem Kiel, von welchem sich beide Flächen verhältnissmässig stark gewölbt abheben. Die Aufrollungsfläche ist mehr gewölbt, erhebt sich in gleichmässigem Anstieg zu einem stumpfen centralen Kegel, von welchem die Umgänge in zahlreichen engen Windungen

ausgehen. Die Kammern sind durch rückwärts gebogene Scheidewände getrennt. Diese sowie die Säume der Windungen sind deutlich wahrzunehmen, obgleich sie nicht tief einschneiden und die ganze Aufrollungsfläche von Poren besetzt ist, welche der Schale oben zuweilen ein mattrauhes Aussehen geben. Die Nabelfläche wird von fünf bis sechs bauchigen Kammern gebildet, welche, gut gewölbt, von tief einschneidenden, sigmoidal geschwungenen Nähten getrennt werden. Im durchfallenden Lichte bilden die Kammerscheidewände einen Stern mit geschwungenen Strahlen von der Nabelmitte aus. In der Nabelmitte senkt sich die Schale ein zu einer nicht umgränzten Grube. Die Oberfläche der Nabelfläche ist ganz glatt. Die Scheibe der Schale misst im Durchmesser $0._{10}$ bis $0._{20}$ Millimeter.

Pulvinulina Partschiana d'Orb.

(Taf XVII. 43. XVIII. 25. 27.) Brady 699.

Brady vereinigt diese Form mit P. elegans. Sie beginnt bereits in der Trias, findet sich in Tiefen von 580 bis 3600 Metern im Mittelländischen Meere, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt.

Der Scheibendurchmesser erreicht $0._{48}$ Millimeter. Die Schale ist beiderseits convex, der Rand verengt sich zu einem kantigen Kiel. Die Schalenoberfläche ist glatt. Die obere Fläche zeigt in Windungssaum und Kammern bestimmt, aber nicht tief abgegränzte Scheidelinien. Die Nabelfläche bietet 6—8 tiefeingeschnittene getrennte Kammern, deren Scheidelinien in einer Nabelgrube oder vor einer Nabelscheibe endigen. Die Mündung sitzt als Schlitz am Saum der Schlusswindung zwischen Kiel und Nabelmitte.

Kräftigere Exemplare gehen mehr oder minder deutlich in Pulv. elegans über.

Tafel XVII. 43 gibt das Bild einer Schalenhälfte im Querschliff.

Pulvinulina elegans d'Orbigny.

(Taf. XVIII. 37—39.) Brady 699.

Brady vereinigt P. Partschiana und elegans, als welche sie in der Trias beginnen, lebend im nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean angetroffen wurden.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 87b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. selt.; Falklandsinseln St. 148 — 110 M. mehrf.

Die Schalen sind bei einem Durchmesser von $0._{25}$ bis $0._{60}$ Millimeter im Umriss rund, auf beiden Flächen fast gleich convex, haben einen scharfen Kiel und zeichnen sich aus durch fleckige Zeichnung der oberen Fläche, welche zwischen den breiten Kammerwänden durchscheint. Die Windungen verschwinden in der Mitte der oberen Schalenfläche, die Schlusswindung zeigt aber sehr deutliche, zuweilen erhabene Kammerscheidewände. Die Nabelfläche bildet in der Mitte eine unbestimmt abgegränzte Scheibe, vor welcher die Nähte der Kammern sich verlieren. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer.

Pulvinulina (Rotalina) umbonata Reuss.

(Taf. XVIII. 19—21.) Reuss — Ueber die fossilen Foraminiferen und Entomostraceen der Umgegend von Berlin. 1851.

Diese von Reuss aus dem Septarienthon von Hermsdorf und Freienwalde beschriebene Art wird von Brady als Tiefseeform aus Tiefen von 60 bis 5900 Meter vom nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und Stillen Oceans und der Südsee angeführt.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Timor St. 96 — 2987 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.

Das Gehäuse hat einen Scheibendurchmesser von etwa $0._{25}$ Millimeter, ist im Umriss rund und ganzrandig, nicht gelappt, ist auf beiden Flächen gewölbt, kantig gekielt

am Rande. Die obere Fläche rollt sich in engen Windungen auf, deren Kammern sich durch sehr zarte, zum Windungssaum senkrecht gestellte Scheidelinien abgränzen. Die untere Fläche zeigt stark gewölbte Kammern, tiefere Scheidewände, letztere im Nabel ohne Grube zusammenlaufend. Die Oberfläche ist glatt.

Pulvinulina (Rotalina) nana Reuss.

(Taf. XVIII. 22—24.) Reuss — Neue Foraminiferen aus den Schichten des Oesterreichischen Tertiärbeckens.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten.

Die von Reuss aus dem Tertiär von Grinzing und Wieliczka als Rotalina nana beschriebene Art stimmt vollständig mit vorliegendem Exemplar. nur fehlt diesem eine bestimmt abgegränzte Nabelscheibe. Die zierliche Schale hat $0{,}_{15}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist auf beiden Flächen, mehr auf der oberen, gewölbt, hat einen scharfen Kielrand, ist oben sehr zart, unten etwas derber von Poren besetzt. Die Windungen der oberen Fläche trennen sich kaum ab, auch sind die Kammern nur undeutlich in Lappenform abgetrennt. Die Nabelfläche lässt die einzelnen Kammern etwas deutlicher abgetrennt wahrnehmen.

Pulvinulina Menardii d'Orbigny.

(Taf. XVII. 1—3. 7—12.) Brady 690.

Beginnt nach Brady in der Kreide und lebt bis zu 5100 Meter Tiefe in allen Meeren von $55.{}_{11}{}^{0}$ nördlicher bis $51.{}_{36}{}^{0}$ südlicher Breite.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verden St. 10 — 3328 M. mehrf., St. 13 — 69 M. einige; Westküste Afrikas St. 17 — 677 M. häufig, St. 18 — 68 M. einige; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 86a — 1188 M. mehrf., St. 87 — 915 M. einige, St. 87b — 1187 M. mehrf., St. 90 — 359 M. selt., St. 92 — 5523 M. einige; Timor St. 95a — 4078 M. selten, 95b 4078 M. mehrf., St. 96 — 2981 M. mehrf.; Amboina St. 101a — 55 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. mehrf., St. 103 — 832 M. häufig, St. 104 — 1820 M. mehrf., St. 107 — 2798 M. mehrf.; Fidschi St. 127 — 3200 M. selten, St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. mehrf.; Montevideo St. 154 — 3924 M. selt.; zwischen Montevideo u. Tristan d'Acunha St. 156 — 3950 M. selt.; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. selt.

Die Schale ist, namentlich bei grösseren Exemplaren, welche einen Millimeter Durchmesser erreichen, sehr flach, hat einen derb gesäumten Kiel, ist auf der oberen Fläche wenig gewölbt, auf der Nabelfläche eingesunken. Die Anfangswindungen sind klein und eng gerollt, selten zu einem flachen Knopf erhöht. Die Schlusswindung ist mächtig entwickelt, hat 4 bis 6 Kammern, deren letzte gerundet am Umriss vorspringt. Die Nabelfläche zeigt den Nabel zuweilen als unbestimmte Grube, wenn die Kammern nicht bis zur Nabelmitte reichen. Gutausgebildete Schalen zeigen an der Zunge, mit welcher die Schlusskammer an der Nabelmitte endet, eine flachgewölbte Haube, in welcher sich die Mündung birgt. Die Oberfläche der Schale trägt sehr gleichmässig abstehende, dicht gestellte Poren. Das stets kennzeichnende Merkmal dieser in zahlreiche Varianten übergehenden Art ist der derbgesäumte Kiel und die sehr gleichmässig dicht vertheilte Stellung nicht grosser, aber scharfgerundeter Poren. Der Kiel zeigt zuweilen kurzwellige Erhöhungen der Schalensubstanz, wie sie Globigerina pachyderma eigen sind.

Pulvinulina Brongniarti d'Orbigny.

(Taf. XVII. 41. 42.) d'Orbigny — Die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Diese Art ist von d'Orbigny beschrieben aus dem Wiener Tertiärbecken und als lebend von Rimini, Brady stellt sie zu Pulvinul. auricula und oblonga.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selten; westl. Australien St. 90 — 359 M. selten; Timor St. 95a und b — 4078 M. selten.

Die Schale ist $0._{35}$ Millimeter lang und $0._{27}$ breit, hat einen verlängert rundlichen Umriss, ist oben schwach gewölbt, auf der unteren Fläche eingesunken. Die letzten zwei Kammern machen am Umriss eine Einkerbung. Auf der Oberfläche rollen sich die ersteren Windungen in enger Spirale ein, die fünf Kammern der Schlusswindung wachsen sehr rasch, die letzte Kammer endet mit gerundetem Bogen. Die Wölbung der Kammern fällt gegen den Rand ganz allmählig ab und endet im Kiel, welcher nach unten sofort sich zur Concavität einsenkt. Der Kiel ist zwar kantig, aber nicht schneidend. Die untere Fläche ist concav, die Kammern sind in der Mitte undeutlich verloren, die Scheidewände sind gebogen, senken sich deutlich ein. Die Oeffnung sitzt am Ende der letzten Kammer an der Nabelfläche.

Diese Gehäuseform steht sehr nahe P. oblonga scabra, hat aber beide Flächen gleich porös, ist grösser und rundlicher. P. oblonga und auricula sind länger und haben schneidigeren Kiel. Pulvinulina Canariensis hat centralen Buckel und rauhere Schale. Von letzterer unterscheidet sich P. Brongniarti besonders durch die mehr längliche Form und die Eingesunkenheit der Nabelfläche.

Pulvinulina fimbriata Brady.

(Taf. XVII. 19.) Brady 691.

Nach Brady wurde diese Varietät von Pulv. Menardii im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen, im südlichen Theile des Stillen Oceans schwimmend mit Pulvinula Menardii gefunden.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; St. 18 — 68 M. selt.

Von Pulvin. Menardi, zu deren flachen Formen sie gehört, unterscheidet sich P. fimbriata nur dadurch, dass der Kiel der Schlusswindung sehr entwickelt ist und als zackiger Rand mit unregelmässigen Kerben ausgeschnitten erscheint.

Pulvinulina pauperata Parker und Jones.

(Taf. XVII. 32—34.) Brady 696.

Ist nach Brady eine Tiefseeforaminifere, aus Tiefen von 240 bis 4500 Meter aus dem nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans, aus der Südsee, dem Indischen Ocean bekannt.

Gazelle: Zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. selten.

Das Gehäuse ist flach, hat Scheibenform, ist gebildet aus Windungen, welche sich in engem Laufe übereinanderlagern, auf einer Seite etwas höher emporragen, auf der anderen, der Nabelfläche, weniger sich erheben, aber doch Windungen und Kammern überschauen lassen. Das Eigenthümliche ist die Umsäumung des Gehäuses mit einem dünnen, verhältnissmässig breiten Kiel. Das einzige vorliegende Gehäuse hat $0._{30}$ Millimeter Scheibendurchmesser. Dasselbe ist zwar am Kiel beschädigt, man erkennt aber doch deutlich, wie die flach gewölbten Kammern in der Schlusswindung weit vom Schalenrande auf dem Kiele sich abheben.

Pulvinulina lateralis Terquem.

(Taf. XVIII. 48—50.) Brady 689.

Brady bezeichnet diese Art als Bewohner der seichten tropischen und subtropischen Meeresränder von Suez, Algoa-Bay, Madagaskar, im Stillen Ocean bis zu 50 Meter Tiefe.

Gazelle: Westküste Afrikas St. 18 — 68 M. selten.

Das glasglänzende Gehäuse ist sehr gut ausgebildet in allen Einzelntheilen, beide Flächen sind gewölbt, die untere etwas mehr. Die Schale zeigt in der oberen Fläche die stärkste Erhöhung im Mittelpunkt der Windungen, die untere Fläche ist am dicksten in der Bauchwölbung der Schlusskammer. Ein gesäumter scharfer Kiel bildet den Rand. Die Windungen sind eng gerollt in gleichmässiger Zunahme des Umfanges der Kammern. Die Kammern sind durch deutliche Scheidelinien abgetrennt. Die Schlusskammer ist grösser und ragt lappig vor. Dieses Vorwiegen des Umfanges der letzten Kammer ist noch bemerkbarer auf der Nabelfläche, welche von fünf Kammern sehr ungleicher Grösse gebildet wird. Diese Kammern sind hoch gewölbt und vereinigen sich in der Schalenmitte mit ihren Scheidelinien ohne tiefe Grube. Die Schalenoberfläche trägt scharf begränzte, kleine Poren. Die Höhe der Schale misst $0._{25}$ Millimeter.

Pulvinulina Canariensis d'Orbigny.

(Taf. XVII. 20—22.) Brady 692.

Nur in Garvel-Park wurden nach Brady im Posttertiär von Robertson fossile Exemplare gefunden, lebend aber ist diese Art getroffen worden im nördlichen und südlichen Atlantischen und Stillen Ocean und in der Südsee.

Gazelle: Zwischen Madeira und Cap Verden St. 9 — 5057 M. mehrf.; Cap Verden St. 10 — 3328 M. mehrf.; Westafrika St. 17 — 677 M. mehrf., St. 18 — 68 M. einige; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. einige; Kerguelen St. 50 — 3488 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. mehrf., St. 59 a und b — 1485 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 80 — 3987 M. einige; westl. Australien St. 85 — 4298 M. einige, St. 87 — 915 M. einige, St. 87 b — 1187 M. mehrf.; St. 92 — 5523 M. einige; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt., St. 103 — 832 M. mehrf.; östl. Australien St. 116 — 951 M. selt.; Fidschi St. 129 — 2432 M. mehrf., St. 130 — 1655 M. selt.; zwischen Fidschi und Südamerika St. 142 — 3658 M. einige; Atlant. Ocean Mitte St. 162 — 3822 M. einige.

Brady ertheilt dieser Art nur den Charakter einer Varietät von Pulvin. Menardii. Die gewöhnliche Dimension des Scheibendurchmessers ist an $0._{30}$ Millimeter, die Schale ist auf beiden Flächen etwas gewölbt, ist stets gekielt. Die obere Fläche zeigt als Wölbungsmittel einen flachen Knopf, die ersteren Windungen entspringen aus demselben und zeigen nicht immer deutlich abgegränzte Kammern. Die Schlusswindung enthält vier bis sechs Kammern. Diese zeigen auf der Nabelfläche in der Nabelmitte keine merkliche Einsenkung, sind durch mässig breite Einschnitte getrennt. Die letzte Kammer ist lappig gerundet gegen das Ende, nimmt einen grossen Theil der Nabelfläche ein und ragt in die Nabelmitte mit flachknolliger Zunge herein, in dieser Einragung die Schalenmündung bergend. Die Oberfläche ist dicht porös, zuweilen mit vorragenden Knötchen besetzt, oder auch nur mattrauh.

Pulvinulina Patagonica d'Orb.

(Taf. XVII. 16—18.) Brady 693.

Nach Brady findet sich diese Art bis zu 5700 Meter Tiefe in der Südsee, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und des Stillen Oceans.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. einige; westl. Afrika St. 17 — 677 M. einige; Neuamsterdam St. 59 a — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Neuseeland St. 118 — 2769 M. selt.

Das $0._{30}$ Millimeter im Scheibendurchmesser erreichende Gehäuse ist auf beiden Flächen ziemlich gewölbt, noch mehr auf der Nabelseite, der Rand ist in breitem Bogen

gerundet. Die obere Fläche zeigt die Mittelwindung eng, die Anfangskammer nicht deutlich abgegränzt. Die Abtrennung der Kammern ist gegen das Ende der Schlusswindung deutlicher. Die letzteren Kammern sind durch bogenförmige, ziemlich tiefe Scheidelinien getrennt. Die Nabelfläche vereinigt die geradlinig verlaufenden tief einschneidenden Scheidelinien der fünf bis sieben bauchigen Kammern in der Nabelmitte ohne Grube oder Scheibe. Die Oberfläche ist porös. Die Mündung sitzt am Nabelsaum der Schlusskammer.

Von P. Canariensis unterscheidet sich P. Patagonica durch die bauchig gedrungene, rundrandige Gestalt. Kleinere, etwas rauhschalige Exemplare sind von grösseren Globigerina ocellata kaum zu unterscheiden.

Pulvinulina tumida Brady.

(Taf. XVII. 4—6. 35—37. 44.) Brady 692.

Kommt nach Brady bis zu 5400 Meter Tiefe vorzugsweise in den tropischen Regionen des Atlantischen und des Stillen Oceans vor.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 9 — 5057 M. einige; westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; westl. Südafrika St. 36 — 3566 M. einige; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 b — 1485 M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 79 — 3548 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige; Timor St. 95 a. b. — 4078 M. mehrf.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. mehrf., St. 103 — 832 M. mehrf., St. 107 — 2798 M. einige; St. 108 — 3229 M. einige; Fidschi-Inseln St. 130 — 1655 M. einige; Mitte Atlantischer Ocean St. 162 — 3822 M. selt.

Pulvin. tumida ist eine im Schalenkörper verdickte Varietät der Pulvin. Menardii. Die Gehäuse sind entsprechend dem Raume, welchen die Anfangs- und Mittelwindungen einnehmen, und auch noch im grösseren Theil der Schlusswindung zu einer bauchigen Wölbung vereinigt, welche auf der oberen Fläche keine Scheidewände (ausser an der Schlusskammer) erkennen lässt. Die Nabelfläche zeigt aber die Scheidelinien tief einschneidend, die Schlusskammer mündet saumständig mit klaffendem Schlitz. Die Oberfläche ist mit derbgerandeten Poren besetzt. Der Kiel des Randes ist nur an der Schlusskammer schmalwulstig, im gewölbten Schalentheile ist er eine sich rasch verbreitende Stumpfkante. Der Scheibendurchmesser schwankt zwischen $0._{30}$ und $0._{90}$ Millimeter.

Taf. XVII. Fig. 44 zeigt eine Schalenhälfte von innen, im Vertikalschliff.

Pulvinulina (Rotalina) Haueri d'Orbigny.

(Taf. XVII. 29—31.) d'Orbigny — Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Beginnt nach Brady im Tertiär, kommt bis zu 2300 Meter Tiefe vor im südlichen Stillen Ocean und bei den Canarischen Inseln.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 b — 1485 M. einige; westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selt., St. 87 b — 1187 M. selten, St. 90 — 359 M. einige; zwischen Australien und Südamerika St. 142 — 3658 M. selt.

Das Gehäuse hat eine längliche Form, erreicht $0._{22}$ Millimeter Länge bei $0._{13}$ Breite, ist auf der Aufrollungsfläche fast eben, auf der Nabelfläche im Bereiche der Kammermitte gewölbt. Die Nabelmitte ist eingesunken. Der Kiel ist gerundet, namentlich bietet die letzte Kammer sehr ausgebildete Rundung des Rückens mit Abrundung nach vorne. Die ersteren Windungen rollen sich sehr kurz auf, die letzte Windung ist von sieben Kammern gebildet, welche durch deutliche, tief einschneidende Nähte getrennt werden. Auf der Nabelfläche endet die letzte Kammer mit einer Zunge, wie sie d'Orbigny abbildet, und in dieser versteckt sich der Mündungssaum. Die Schalenoberfläche ist matt oder glasig durchscheinend, mit sehr gleichmässig dicht stehenden Poren bedeckt.

Pulvinulina concentrica Parker und Jones.

(Taf. XVII. 38—40.) Brady 686.

Nach Brady bekannt von Bermuda, Azoren, Schottland, Kanal von Faröe, Norwegen, Biscaya, Mittelmeer, Tristan d'Acunha, Kandavu, Raineinsel aus Tiefen von 25 bis 1800 Meter. Brady hält auch die aus Italiens Miocän stammende Discorbina vestita Sequenza für identisch.

Gazelle: Westküste von Afrika St. 18 — 68 M. einige.

Das Gehäuse erreicht etwa einen Millimeter im Scheibendurchmesser, ist wenig gewölbt, mit einem vorragenden Kiel umsäumt. Die obere Fläche zeigt enge Anfangswindungen, verhältnissmässig grosse Schlusswindung, flach bauchige Kammern mit breitfurchigen, nicht scharf abgegränzten Scheidewänden. Gegen die Mitte der oberen Fläche erscheinen die Anfangswindungen etwas kegelförmig erhöht. Die untere Fläche zeigt eine weite, tiefe Nabelhöhlung, gegen welche die Säume der Kammern frei hereinragen. Durch tiefe Einschnitte getrennt, sind die Kammern auf der Nabelfläche, bevor sie zur Nabelgrube abfallen, etwas gewölbt. Die Mündung sitzt am Rande der Schlusskammer gegen den Nabelsaum. Die Schalenoberfläche ist glatt, meist etwas angegriffen, matt.

Pulvinulina oblonga Williamson.

(Taf. XVII. 23—25.) Brady 688.

Brady vereinigt P. auricula und P. oblonga in den Zwischenformen, lässt aber die ausgeprägten Formen als besondere Art soweit gelten, als diese Merkmale, wären die Zwischenformen nicht, für die Auseinanderhaltung wirklich genügen. Gemeinschaftlich ist auch das Vorkommen beider Arten in fossilem und lebendem Zustande.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt., St. 92 — 5523 M. selt.; Timor St. 95 a — 4078 M. selt.

Die Form des Schalenumrisses gleicht einer Ohrmuschel, das Gehäuse ist in die Länge gezogen, beginnt mit einer enggerollten Anfangswindung, setzt in der Schlusswindung Kammern mit sehr nach der Höhe sich entwickelndem Wachsthum an. Die Kammern selbst sind mässig nach beiden Flächen gewölbt, werden getrennt durch ziemlich einschneidende Scheidewände, deren steiler Einfall die Scheidewände bei durchfallendem Liehte als kräftige Zwischenbalken erscheinen lässt. Gegen den Rand verflachen sich die Kammern zu einem scharfen Kiel. Die Schlusskammer birgt mit tief herabgreifendem Schenkel die Mündung. Die Schale zeigt sehr feine, gleichmässig dicht stehende Poren. Bei $0._{30}$ Millimeter Höhe hat das Gehäuse $0._{17}$ Breite.

Pulvinulina auricula Fichtel u. Moll.

(Taf. XVII. 26—28.) Brady 638.

Brady vereinigt diese Art mit P. oblonga hinsichtlich des Vorkommens, weist ihr fossiles Erscheinen bis in das Eocän zurück und bezeichnet als Fundorte lebender Exemplare Madagaskar, Cap der guten Hoffnung, Mittelländisches, Rothes Meer, den Stillen Ocean bei Tiefen von 30 bis 1000 Meter.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse hat die Umrissform einer Ohrmuschel, ist auf beiden Flächen gewölbt, hat einen scharfen Kielrand, sehr wenig einschneidende Kammerscheidewände, glatte Oberfläche. Die Länge des Gehäuses beträgt $0._{30}$, die Breite $0._{19}$ Millimeter. Die obere Fläche sowie die untere werden grösstentheils von der Schlusskammer der letzten Windung eingenommen, welche auch die stärkste Wölbung zeigt. Die Anfangswindung ist sehr eng gerollt, klein, die Kammern der Schlusswindung richten sich mehr und mehr aufrecht. Die Mündung sitzt am Ende der Schlusskammer, wo diese von der Anfangswindung sich abgränzt.

Von Pulv. oblonga unterscheidet sich P. auricula durch zartere Scheidelinien.

St. 36 — 3566 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3400 M. einige; Neuamsterdam St. [illegible] M. selten; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 70 — 4915 M. selt., St. [illegible] M. einige; zwischen Neuamsterdam und Australien St. 78 — [illegible] M. selt., St. [illegible] M. einige, St. [illegible] — 3987 M. einige; Neuguinea St. 102 — [illegible] M. selt., St. [illegible] M. mehrf.; [illegible] Australien St. 116 — 951 M. einige; Neuseeland St. 118 — 2070 M. mehrf., St. [illegible] M. selten; Fidschi-Inseln St. 127 — 3200 M. mehrf., St. 129 — [illegible] M. selt., St. [illegible] M. selten; zwischen Fidschi und Südamerika St. 141 — 4400 M. einige; St. [illegible] M. selten; Südamerikaspitze St. 144 — 4290 M. mehrf.; zwischen Montevideo u. Tristan St. [illegible] M. selt.

Die Scheibe hat einen Durchmesser von [illegible] Millimeter. Das Gehäuse hat eine rundliche Hutform, ist auf der oberen Fläche fast eben, auf der Nabelfläche kegelig gewölbt, aber so, dass die Wölbung der letzten Kammer immer höher ist, als die der vorausgehenden. Man sieht auf der flachen Seite die Einteilung der [illegible] Windungen nicht deutlich. Die Nabelfläche zeigt [illegible] hohe Kammern, welche [illegible] am Rande aber einen kantigen Kiel bilden. Die Einschnitte der Nabelfläche [illegible] sind nicht tief, vereinigen sich im Mittel der Scheibe mit [illegible] Die [illegible] fläche der Schale ist [illegible] [illegible] Bau des Gehäuses, [illegible] Form der Mündung [illegible] und am Rande mehr [illegible] kaum zu unterscheiden.

Pulvinulina (Rotalina) [illegible]

Taf. [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Tafel XIX.

Fig. 1 Rotalina calcar von oben,
„ 2 „ „ „ unten,
„ 3 „ „ „ vorne,
„ 4 Calcarina Spengleri von vorne,
„ 5 „ „ „ unten,
„ 6 „ „ „ oben,
„ 7 Rotalina dentata von oben,
„ 8 „ „ „ unten,
„ 9 „ „ „ vorne,
„ 10 „ Schroeteriana von unten,
„ 11 „ „ „ vorne,
„ 12 „ „ „ oben,
„ 13 „ venusta von oben,
„ 14 „ „ „ unten,
„ 15 „ „ „ vorne,
„ 16 „ Soldanii „ „
„ 17 „ „ „ oben,
„ 18 „ „ „ unten,
„ 19 „ Broeckhiana von unten,
„ 20 „ „ „ vorne,
„ 21 „ „ „ oben,
„ 22 „ orbicularis „ unten,
„ 23 „ „ „ oben,
„ 24 „ „ „ vorne,
„ 25 „ Beccarii von vorne,
„ 26 „ „ „ oben,
„ 27 „ „ „ unten,
„ 28 Pullenia quinqueloba von vorne,
„ 29 „ „ „ der Seite,
„ 30 „ sphaeroides von der Seite,
„ 31 „ „ „ vorne,
„ 32 Nonionina pompilioides von vorne,
„ 33 „ „ „ der Seite,
„ 34 „ Boueana von vorne,
„ 35 „ „ „ der Seite,
„ 36 „ umbilicatula von vorne,
„ 37 „ „ „ der Seite,
„ 38 „ depressula von vorne,
„ 39 „ „ „ der Seite,
„ 40 „ communis „ „ „
„ 41 „ „ „ vorne,
„ 42 „ scapha von der Seite
„ 43 „ „ „ vorne,
„ 44 „ stelligera,
„ 45 „ turgida von der Seite,
„ 46 „ „ „ vorne,
„ 47 „ asterizans von der Seite,
„ 48 „ „ „ vorne
„ 49 Polystomella striatopunctata von vorne,
„ 50 „ „ „ d. Seite,
„ 51 Rotalina Soldanii, Schliff.



fläche vereinigen sich die Kammern zu einer im Mittel sich [illegible] kleinen [illegible]. Die Schlusskammer hebt sich mit ihrer vorderen Fläche [illegible] vom Nabelsaume ab. Die Mündung liegt am Saume der Schlusskammer zwischen Kiel und Nabel als [illegible] förmiger Ausschnitt. Die Schalenoberfläche ist matt bis porzellanartig.

Im Schliffpräparate Taf. XIX Fig. [illegible] erkennt man am vorderen Ende sehr deutlich die mit einfacher Wand abschliessende Schale der letzten Kammer, während überall wo Windung und Kammerscheidewand sich begrenzen, je zwei Wände [illegible] sind.

Rotalina orbiculata d'Orbigny.

(Taf. XIX. 22—24.) [illegible]

Findet sich nach Brady fossil von dem [illegible] an, lebend in Tiefen von [illegible] M. [illegible] in allen Meeren vom 60. Grad Nordbreite bis 44 Grad Südbreite.

Gazelle: Westl. Portugal St. [illegible] M. [illegible] St. 66 — 411 M. [illegible], zwischen [illegible] St. [illegible] M. [illegible] Neuamsterdam und Azoren [illegible] St. 90 — 370 M. [illegible] 4151 M. [illegible]; zwischen [illegible]

[illegible]

Rotalina Schroeteriana Carpenter.

(Taf. XIX. 10—12.) Brady 707.

Nach Brady in Tiefen von 48 und 110 Meter von der Challengerexpedition gedretscht bei den Inseln des Ostarchipels.

Gazelle: Westl. Australien St. 86 a — 1188 M. selten; Amboina St. 101 a — 55 M. mehrfach Neuguinea St. 103 — 832 M. selten.

Die Form der Gehäuse gleicht einem abgestutzten Kegel, die mittlere Grösse derselben misst einen halben Millimeter im Scheibendurchmesser. Der Umkreis ist rund, der Rand gekielt, die Aufrollungsfläche ist sehr wenig gewölbt, die Nabelfläche steigt vom Rande aus hoch auf. Die einzelnen Windungen lassen sich als schmale Umgänge unterscheiden, den Kammerscheidewänden folgend bedecken kugelige Knotenreihen die Oberfläche. In der Mitte der Nabelfläche bedecken Knollen eine kleine Scheibe, an welche sich die vom Kiel steil ansteigenden Kammern anschliessen. Die Kammereinsenkungen liegen wie breite Rinnen zwischen den Knotenreihen der Nabelfläche. Die Schale selbst ist fein porös. Die Mündung sitzt als Spalt der letzten Kammer unterhalb dem Kiel in der Nabelfläche.

Rotalina venusta Brady.

(Taf. XIX. 13—15.) Brady 708.

Nach Brady bekannt von Ceylon, den Papuainseln, von Patagonien aus Tiefen von 3 bis 650 Meter.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 91 M. selt.

Die Schale ist rund im Umfang, auf beiden Seiten fast gleich gewölbt, der Kiel ist stumpfkantig. Die obere Fläche rollt sich mit ziemlich gleich hohen Windungen zu einer mittleren Scheibe auf, die Säume der Kammern und der Windungen sind deutlich eingedrückt, besonders in der letzten Windung zeigen die geradlinigen Kammerscheidewände eine merkliche Breite. Die Oberfläche ist glatt. Die Nabelfläche hat eine tiefe Nabelgrube, die Oberfläche zeigt sich dicht besetzt mit flockigen Knötchen, so dass man die Nahtlinien nicht zu unterscheiden vermag. Der Mündungstheil des vorliegenden Exemplares ist beschädigt. Der Schalendurchmesser ist $0._{38}$ Millimeter.

Rotalina dentata Parker und Jones.

(Taf. XIX. 7—9.) Brady 710.

Brady gibt auf Tafel CVIII eine Abbildung, zu welcher der Text auf S. 710 nur andeutet, dass das dargestellte Exemplar entweder eine junge Rotal. calcar oder Rotalina dentata sei.

In Station 104 a — 6 M. in der Galewostrasse wurde ein einziges Exemplar gefunden, welches mit der von Brady abgebildeten Figur vollkommen übereinstimmt.

Das Gehäuse hat mit Stachel $0._{12}$, ohne Stachel $0._{10}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist auf beiden Seiten wenig gewölbt, zeigt auf der oberen Fläche die Anfangswindung in deutlicher, verhältnissmässig nicht schmaler Einrollung, in der Schlusswindung sind fünf Kammern, welche in lange Randstachel auslaufen. Jeder Kammer entspricht ein solcher Sporn. Der Rand ist im Uebrigen mit einem Kiel gesäumt. Die untere Fläche zeigt sechs Kammern der Schlusswindung, deren Nähte in der Nabelmitte sich vereinigen. Die Oberfläche ist mit dichten, gleichmässig gestellten Poren besetzt. Die Mündung ist nicht deutlich zu erkennen.

Rotalina calcar d'Orbigny.

(Taf. XIX. 1—3.) Brady 709.

Beginnt nach Brady wahrscheinlich im Eocän, ist lebend bekannt, aus geringen Tiefen stammend, von Westindien, Mittelmeer, Rothem Meer, Cap der guten Hoffnung, Mauritius, Madagaskar.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 67 — 347 M. selt.; Dirk Hartog St. 86 — 82 M. selten.

Die Scheibe erreicht einen Durchmesser von $0._{20}$—$0._{60}$ Millimeter. Eigenthümlich ist die Spornradform des Gehäuses. Beide Flächen sind etwas convex, die obere hebt sich auf zu einem niederen Aufrollungskegel, die untere ist gegen die Nabelmitte eingesunken zu einer Grube, welche zuweilen sogar die Anfangswindungen erkennen lässt, häufiger aber von körnigen Concretionen ausgefüllt, seltener von einem centralen flachen Knopf verdeckt ist. Gegen den Kiel wird das Gehäuse dünne und trägt dasselbe am Rande lange, meist derbe Stachel, welche als Ausläufer der Kammern der letzten Windung frei vorragen. Gut entwickelte Exemplare zeigen den symmetrischen Grössenfortschritt dieser Stacheln von Kammer zu Kammer, viel häufiger sind sie aber ungleich und unregelmässig ausgebildet, fehlen mancher Kammer ganz. Die Windungen sind auf der oberen Fläche nicht jedes Mal deutlich, zuweilen verdecken knotige Auswüchse sogar die Kammerscheidewände. Auf der Nabelfläche laufen die Kammern vom Nabel zum Rande als stumpfkantige Bäuche in die Stachel aus. Die Oberfläche des Gehäuses ist sehr dicht mit feinen Poren besetzt, zwischen welchen hie und da auch zerstreute Knötchen sich erheben.

Calcarina d'Orbigny.

Eine unregelmässig auf beiden Flächen gewölbte Scheibe mit Dornen am Rande, im Innern im Doppelskelet und in dem Kanalsystem sehr ausgebildet.

Calcarina Spengleri Linné.

(Taf. XIX. 4—6.) Brady 712.

Nach Brady beginnt diese Art, von Lamarck als Siderolites calcitrapoides bezeichnet, in der Kreide von Maestricht, man findet sie im Eocän und Miocän, lebend findet sie sich in der Regel in geringer Tiefe, ist aber auch 2700 Meter tief gefunden worden. Die Challengerexpedition hat diese Art angetroffen im Archipel Ostindiens.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 91 M. selt., St. 38 — 214 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. mehrf.

Der Durchmesser der Gehäuse hält in der Scheibenfläche $0._{20}$ bis 1 Millimeter, die obere und untere Fläche sind mässig gewölbt, fallen von der Schalenmitte gleichmässig gegen den Rand ab. Der Rand ist in der Regel ein stumpfkantiger Kiel, welcher den Kammern entsprechend in Stachelecken ausläuft. Selten sind diese Ecken ganz gleichmässig und vollständig in Stachel ausgezogen, meistens findet diess nur bei den letzteren Kammern statt, manchmal sind die Stachel nur als Rudimente vorhanden, auch unsymmetrisch treten sie heraus. Die obere Fläche zeigt diese Stachelbildung in den einzelnen Windungen als knotige Rudimente, zuweilen so dicht, dass die ganze Fläche mit Knollen bedeckt erscheint. Die Oberfläche von Schalen und Stacheln ist fein porös.

Die von Carpenter in „Introduction to the study of the Foraminifera 1862“ erwähnten Porenfurchen entlang den Randstacheln sind besonders in der Randeinstellung sichtbar, welche die Zwischenräume zwischen den Dornen überblicken lässt.

Nonionina d'Orbigny.

Ganz regelmässig reihen sich die Kammern, die folgende der vorausgehenden sich anschliessend, in einer einzigen sichtbaren Windung mit ganz gleichen Flächen um einen bald vertieften, bald verzierten Nabel, die Schlusskammer endet reitend auf dem Rücken der beginnenden Windung. Die Schale ist porös, bei zarteren Schalen meist etwas graubräunlich durchscheinend.

Nonionina communis d'Orbigny.

(Taf. XIX. 40. 41.) d'Orbigny — Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art als fossil von Nussdorf, lebend aus dem Adriatischen und Mittelländischen Meere.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige.

Das Gehäuse hat bei $0._{15}$ Millimeter Höhe $0._{10}$ Breite im Durchmesser, ist scheibenrund, flach, hat einen spitz eirunden Kiel, zeigt die Mittelwindung eng und kurz aus einem nicht umfangreichen Centralknopf entspringend, ist in der Schlusswindung stark in die Höhe gerichtet, so dass die Schlusskammer von vorne gesehen höher erscheint als die vorhergehende Windung. Die Kammern sind in der Schlusswindung höher als breit, namentlich gegen das Ende der Kammern, sind am Rande weniger als gegen die Mitte von fast geradelaufenden Scheidewänden getrennt, welche gegen den Nabel tiefer einschneiden und bei durchfallendem Lichte wie doppellinige Flammenzungen erscheinen. Die Schale ist anscheinend glatt, die Mündung sitzt am Schluss der letzten Windung reitend auf der vorausgehenden Windung am Saum der Schlusskammer. Die Zahl der Kammern ist acht und mehr. Die steile Aufrichtung der Kammern unterscheidet diese Art von Nonion. Boueana, von N. stelligera ist sie durch grössere Dimension, die spitze Kielform, die minder ausgeprägten Centralradien verschieden. Brady scheint diese Art mit Non. Boueana vereinigt zu haben.

Nonionina scapha Fichtel und Moll.

(Taf. XIX. 42. 43.) Brady 730.

Brady erwähnt diese Art als miocänen und pliocänen Fund aus verschiedenen Ländern und bezeichnet das Lebendvorkommen als weitverbreitet, häufig im arktischen Meere, in Tiefen von 12 bis zu 2600 Meter im Atlantischen und Stillen Ocean, im Mittelländischen und im Rothen Meere.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt., St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 b — 1485 M. einige; Kerguelen St. 55 a — 104 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Bei einer Höhe von $0._{10}$ bis $0._{30}$ Millimeter zeichnet sich diese Art constant aus durch hohe Aufrichtung der Kammern, während die aufgerollte Windung nur ganz klein und aus niedrigen Kammern gebildet erscheint. Die Zahl der Kammern ist in der frei aufgerichteten Windung 8—12, die letzten vier Kammern sind höher als breit und nehmen an Höhe immer mehr zu. Die Schlusskammer bildet am obervorderen Rande eine stumpfe Ecke, die nach der Anfangswindung gerichtete Endfläche ist vorgewölbt. Die Zwischenwände senken sich tief ein und bewirken zuweilen auch ein Vorwölben der einzelnen Kammern am Umrisse. Die Mündung sitzt quer auf dem Rücken der Anfangsmündung als Ausschnitt der Schlusskammer. Die Schale ist zart, fein porös, im durchfallenden Lichte graubräunlich.

Nonionina turgida Williamson.

(Taf. XIX. 45. 46.) Brady 731.

Brady erwähnt diese Art fossil vorkommend aus dem Antwerpener Crag und aus posttertiären Lagen von Norwegen, Irland und Schottland; lebend hat sie ihre Heimath im nördlichen Atlantischen Ocean in geringer Tiefe, kommt aber bis zu 2480 Meter vor im Atlantischen nördlichen, in geringerer Tiefe im Stillen Ocean, bei Japan.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. einige.

Diese Art hat das zartschalige Gehäuse und die Wachsthumsverhältnisse der Kammern wie sie N. scapha eigen sind. Als eigenthümliche Abweichung zeigt sich die unverhältnissmässige Entwicklung der letzten Kammer, welche bedeutend höher als die vorletzte, mit ihrem unteren Theile herabsteigt über die Aufrollung der Anfangskammern der Schale. Die Kammern richten sich, nachdem die kleine Anfangseinrollung vollständig geworden, steil aufrecht, werden fortschreitend höher und haben schmale Scheidelinien zwischen sich. Der Rücken der Gehäuse ist eiförmig gerundet, die Schlusskammer nimmt, wenn man die Schale von vorne betrachtet, beinahe den ganzen Raum ein. Die Anfangseinrollung ragt wie ein kleiner Zapfen nach unten vor. Bei $0._{20}$ Millimeter Höhe hat die Schale $0._{14}$ Breite. Die Oberfläche der Schale ist dicht mit sehr feinen Poren besetzt.

Nonionina stelligera d'Orbigny.

(Taf. XIX. 44.) Brady 728.

Beginnt nach Brady im Eocän, findet sich auch in späteren Tertiärlagen, lebt im hohen Norden, bei den Canaren, bei Pernambuco, Ascension, im Mittelländischen Meere in Tiefen bis zu 800 Meter.

Gazelle: Westl. Afrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuamsterdam St. 58 — 2624 M. selt., St. 59 b — 1485 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.; Amboina St. 101 a — 54 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt., St. 130 — 1655 M. selt.

Das zierliche Gehäuse hat $0._{10}$—$0._{16}$ Millimeter Höhe, runden Umriss, ovalgewölbten Rücken, tiefeingesenkte Nabelmitte, von welcher in die Zwischenfurchen zwischen den Kammern die Sternlinien gegen den Schalenrand auslaufen. Die Kammereinschnitte sind tief. Die Kammerzahl ist 7—12 in der Schlusswindung. Die Schale ist fein und dicht porös, die Porengrösse ist aber sehr ungleich bei verschiedenen Gehäusen selbst der nämlichen Fundstätte.

Nonionina asterizans Fichtel und Moll.

(Taf. XIX. 47. 48.) Brady 728.

Beginnt nach Brady im Tertiär, lebt in Tiefen von 290—490 Meter bei den Fidschi-, Raine-Inseln, ist auch in dem Rothen Meer, im Indischen Ocean und bei Australien aufgefunden worden.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das Gehäuse misst nur $0._{14}$ Millimeter im Scheibendurchmesser, ist am Randumfang bei den letzteren Kammern gekerbt, hat eine ziemlich flache Scheibe, ist im Mitteltheile vertieft und zeigt nur eine deutliche, 8—10 Kammern zählende Windung. Die Mittelfläche ist ein verhältnissmässig grosses Feld von unbestimmter Flächengestalt, drängt sich zwischen die Scheidewände der Kammern hinein, ohne einen bestimmten Fortsatz in dieselben einzulagern. Die ersten Windungen, welche unter dieser Nabelplatte verdeckt sind, scheinen auch in Glycerin nicht durch bei durchfallendem Lichte. Die Kammern der letzten Windung sind bauchig, haben tief einschneidende, zum Theil sigmoidal geschwungene Nähte. Die letzte Kammer schliesst vorne in der Kielansicht als Oval ab, dessen Basis



von der halbmondförmigen Mündung als Ausschnitt gebildet wird. Die Oberfläche der Schale hat sehr zarte Poren.

Von der sehr ähnlichen N. stelligera unterscheidet die freiere Entwicklung des Gehäuses im Kammerbau und die unbestimmt geschlossene, nicht so tief in Auslaufstrahlen gesonderte Nabelausfüllung.

Nonionina pompilioides Fichtel und Moll.

(Taf. XIX. 32. 33.) Brady 727.

Nach Brady beginnt diese Art im Tertiär, kommt lebend meist in tieferem Meere vor von 1800 bis zu 5400 Meter, findet sich im nördlichen und südlichen Theil des Atlantischen und des Stillen Oceans, im Adriatischen, Mittelländischen Meere.

Gazelle: Westafrika St. 17 — 677 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 50 — 3450 M. selt.; zwischen Mauritius und Neuamsterdam St. 70 — 4215 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. selt., St. 90 — 359 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 129 — 2432 M. selt.. St. 130 — 1655 M. selt.

Bei $0._{12}$—$0._{20}$ Millimeter Scheibendurchmesser hat das Gehäuse einen der Schalenhöhe fast gleichkommenden Dickendurchmesser, ist am Umriss breit gerundet, nicht eingebuchtet, zeigt nur eine Windung. Die Kammern wachsen mehr in die Breite als in die Länge. Die Schlusskammer wölbt sich am Ende etwas vor, endet sehr breit, umfasst mit der Saummündung den Kiel der beginnenden Windung. Die Nähte der acht Kammern stehen ziemlich senkrecht zur Windungsrichtung und schneiden wenig ein. Der Abfall der Kammern gegen den Nabel ist besonders bemerkbar an den letzteren Kammern, und bildet einen tiefen Nabelrand. Die Poren, welche Brady zeichnet, finden sich nicht immer so deutlich und grossgelocht. Auch treten die von Brady gezeichneten bandförmigen Kammerscheidewände nicht immer so bestimmt auf.

Nonionina Boueana d'Orbigny.

(Taf. XIX. 34. 35.) d'Orbigny, Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens.

Diese von verschiedenen Autoren fossil aus dem Tertiär bekannt gegebene Art fand sich nach Brady in Tiefen von 18 bis zu 360 Meter bei Vigobai, Cezimbra, Biscaya, Amboina, Hongkong, im Rothen Meer, bei Patagonien.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt., St. 67 — 347 M. selt.; westl. Australien St. 85 — 4298 M. selt., St. 90 — 359 M. selten.

Das Gehäuse ist scheibenrund, flach, hat einen spitz eiförmigen Rand, zeigt die Mittelkammern selten frei, meist körnig bedeckt, hat eine fein poröse Schale. Die Schlusswindung zählt zehn und mehr Kammern. Die Kammerscheidelinien sind mässig tief eingesenkt, fast gerade stehend. Die Schlusskammer wölbt sich mit ihrer Endfläche schwach bauchig vor und reitet mit der Mündung auf der vorletzten Windung. Der Scheibendurchmesser hat ungefähr $0._{20}$ Millimeter.

Nonionina umbilicatula Mantagu.

(Taf. XIX. 36. 37.) Brady 726.

Nach Brady beginnt diese Art im Eocän, geht von 60 bis zu 6000 Meter Tiefe im Rothen, Mittelländischen, Indischen Meere, in der Südsee, im höchsten Norden des Atlantischen, in der nördlichen wie südlichen Hälfte des Atlantischen und Stillen Oceans.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Neuguinea St. 102 — 3145 M. selten.

Im Umriss scheibenrund, bis zu $0._{30}$ Millimeter im Durchmesser haltend, ist das Gehäuse nicht dick, hat gerundeten bis spitzbogenförmigen Rücken, zahlreiche Kammern, zeichnet sich dadurch aus, dass die Kammern gegen die Mitte plötzlich abfallen und dadurch auf beiden Seiten eine scharf begränzte, runde Nabelvertiefung, Scheibengrube, bilden. Die Schalenoberfläche zeigt erst bei stärkerer Vergrösserung deutliche Poren.



Nonionina depressula Walcker-Jacob.

(Taf. XIX. 38. 39.) Brady 725.

Beginnt nach Brady im Eocän, ist in den Tropen seltener als in den arktischen Gewässern, findet sich an den europäischen Küsten des Atlantischen Oceans, im Rothen Meere. Die eigentliche Heimath sind geringe Tiefen.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 10 — 3328 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; Kerguelen St. 55 a — 104 M. einige; Neuamsterdam St. 59 a. u. b. — 1485 M. mehrfach; zwischen Neuamsterdam und Mauritius St. 70 — 4215 M. selt.; westl. Australien St. 87 b — 1187 M. einige, St. 90 — 359 M. selt., St. 92 — 5523 M. selt.; Neuguinea St. 103 — 832 M. selt.; Fidschi-Inseln St. 130 — 1655 M. selten.

Das Gehäuse ist scheibenrund, hat einen runden Rücken, lässt in der einzigen sichtbaren Schlusswindung 10—12 Kammern zählen, welche ziemlich langsam an Grösse zunehmen, durch mässig einschneidende Scheidewände getrennt werden, daher auch in der Regel der Umriss des Gehäuses fast nicht gekerbt ist. Die Nabelmitte ist bald mit Körnchen bedeckt, bald glatt, immer bildet sie eine nicht genau abgegränzte centrale Scheibe, an welche die Kammernähte herantreten, ohne bis zur Mitte zu gelangen. Die letzte Kammer hat einen runden Kielumriss und birgt an dem Endsaum der Schlusskammer die Mündung als rings um den Kiel laufenden Spalt. Die Oberfläche der Schale ist matt porös. Die Scheibenhöhe beträgt $0._{15}$ bis $0._{20}$ Millimeter.

Amphistegina d'Orbigny.

Die vorherrschende Gestalt der Amphisteginen ist die linsenförmige, doch weicht ein grosser Theil derselben, vielleicht der grössere, von der symmetrischen Gleichheit der Seitenflächen darin ab, dass die eine Fläche weniger gewölbt ist, als die andere. Die Abplattung der einen Seite wird sogar manchmal fast eben.

Eine kapellenartige Umfassung der Windungen findet unter allen Formen in der Art statt, dass bei ausgewachsenen Exemplaren immer nur eine, die Schlusswindung, sichtbar ist. Die Ausbildung eines Kieles ist die Regel, er wird aber nicht schneidig, er bleibt gesäumt.

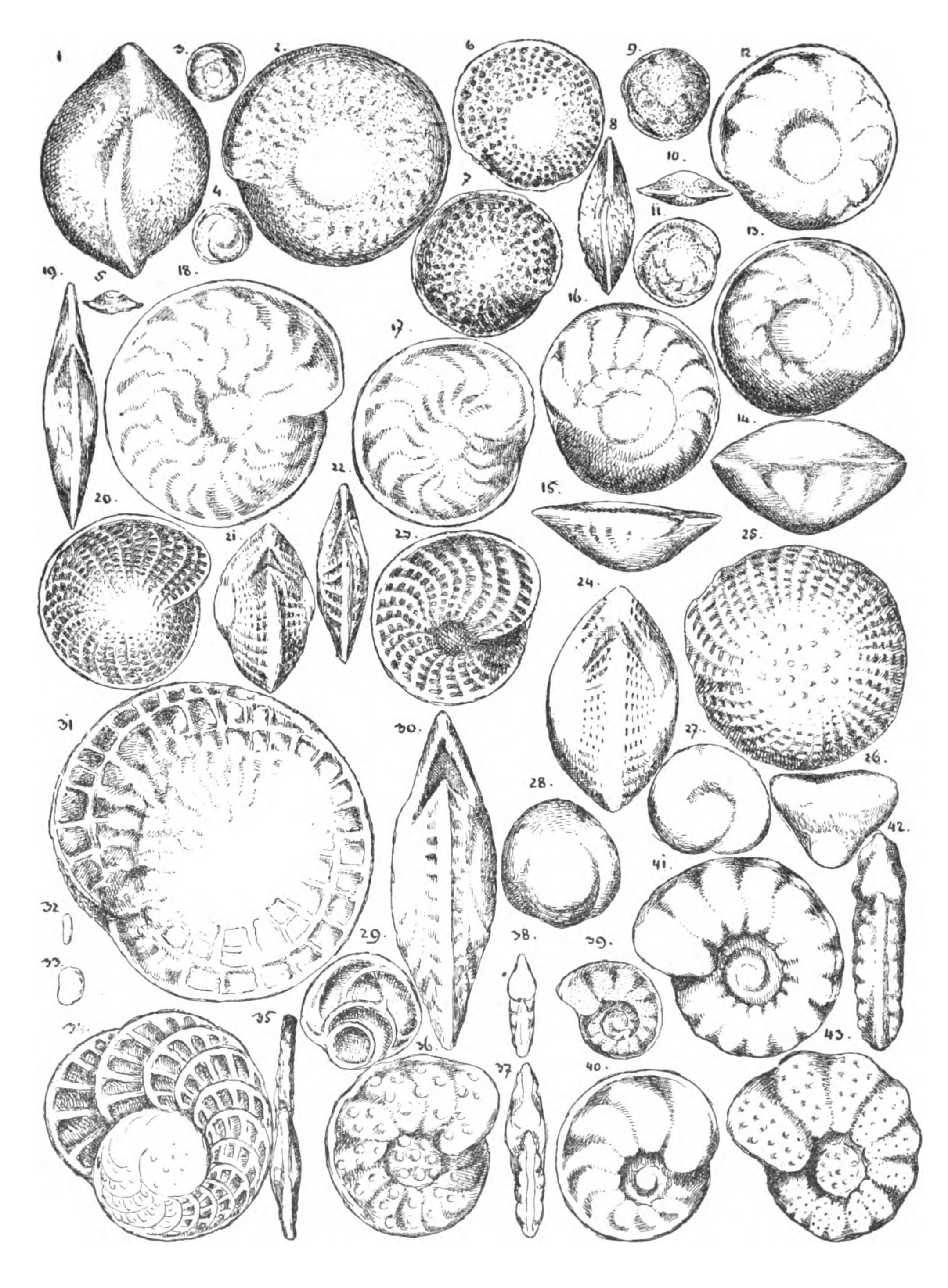
So deutlich sich die Kammern bei den jugendlichen Exemplaren abscheiden, so schwer hält es bei vielen grösseren Formen, die Kammereinschnitte zu erkennen. Selten treten die Kammerscheidewände auf der Oberfläche als erhabene radiale Leisten hervor.

Der Unterschied der oberen und unteren Fläche der Gehäuse wird von d'Orbigny in der Art geschildert, dass die Schale aus einer umfassenden Spindel gebildet wird, welche sich zusammensetzt aus auf einer Fläche ungetheilten Kammern, während die Kammern auf der anderen Fläche gegen die Mitte rückläufig sich theilen.

Die Schalenmitte zeigt auf beiden Flächen eine erhabene, porzellanartig glänzende Scheibe.

Wo Amphistegina mehrfach angetroffen wird, da fehlt es nicht an jugendlichen Formen sehr kleinen Umfanges. Die kleinsten Gehäuse haben etwa $0._{09}$ Millimeter Durchmesser, erscheinen dabei im Umriss nahezu kreisrund. Die Seitenflächen sind ungleich, die eine Fläche wölbt sich wenig, die andere mehr. Bei diesen kleinsten Formen unterscheidet man eine flach oder gewölbt vortretende Mittelscheibe, welche glatt ist und in durchfallendem Lichte sehr stark durchscheint, dabei aber keine scharfe Abgränzung gegen die Kammern wahrnehmen lässt. An diese Mittelscheibe schliessen sich Kammern in sehr schmaler Sichelform an. An den kleinsten aufgefundenen Gehäusen lässt sich beobachten, wie von der Mittelscheibe aus eine, dann eine zweite, endlich eine dritte lange und schmale sichelförmige Kammer ausläuft. Diese drei Kammern bilden eine Windung. Die Oberfläche der Kammern ist mit verhältnissmässig scharf gezeichneten, wallumringten Poren dicht besetzt. (XX. 3—5.)

XX


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43

Taf. XX.

Fig. 1 Amphistegina maculata von vorne,
" 2 " " " der Seite,
" 3 4 " Jugendform von der Seite,
" 5 " " " vorne,
" 6 7 " foveolata von der Seite,
" 8 " " " vorne,
" 9 11 " Jugendform von der Seite,
" 10 " " " vorne,
" 12 13 " Haueriana von der Seite,
" 14 " " " vorne,
" 15 " mammillata von vorne,
" 16 " " " oben,
" 17 " " " unten,
" 18 " Lessoni von der Seite.
" 19 " " " vorne.
" 20 Polystomella crispa von der Seite,
" 21 " " " vorne,
" 22 " macella von vorne,
" 23 " " " der Seite,
" 24 " craticula " vorne,
" 25 " " " der Seite,
" 26 Heterostegina curva, Jugendform von der Seite,
" 27 " " " " unten,
" 28 " " " " oben,
" 29 " " " Schliff,
" 30 " " von vorne,
" 31 " " " der Seite,
" 32 " " natürl. Grösse vom Rande,
" 33 " " " " von der Seite,
" 34 " depressa von der Seite,
" 35 " " " vorne,
" 36 Operculina granulosa von der Seite,
" 37 " " " vorne,
" 38 " ammonoides von vorne,
" 39 " " " der Seite,
" 40 " complanata,
" 41 " " von der Seite,
" 42 " " " vorne,
" 43 " granulosa.

Mit fortschreitendem Wachsthum mehren sich die Kammern zu weiteren Umgängen. Die Centralscheibe bleibt als vorgewölbter flacher Knopf, welcher in der Kielansicht beiderseits buckelig hervortritt, in der Regel auf einer Seite etwas mehr herausragend. Die Kammerwindungen legen sich um die Mittelscheibe an und fallen gleichmässig gegen den Kiel ab. Der Umriss dieser Schalen von $0._{15}$ bis $0._{25}$ Millimeter Scheibendurchmesser ist sehr wenig gekerbt und bildet am Ende der letzten Kammer, wo diese auf der vorletzten Windung reitet, einen leichten Vorsprung mit deutlicher Einbuchtung. Die Kammern sind lange, schmale Sicheln, werden durch deutliche Scheidewände getrennt und tragen die oben geschilderten Poren. Taf. XX. 9—11.

Die Schalenflächen tragen bei dieser Grösse der Gehäuse regelmässig einen Unterschied zur Schau darin, dass die eine Fläche, die weniger gewölbte, deutlichere Windungen mit sichelförmigen Kammern ersehen lässt, während die andere von der Centralscheibe aus sich in unbestimmt abgegränzten rundlichen Rosenblatträndern vielfach abtheilt.

Mit zunehmendem Wachsthum der Gehäuse entwickeln sich Formen, welche man in der mehrfach gleichgestaltig wiederkehrenden Eigenthümlichkeit als Art erkennen kann. Die Uebergänge zu anderen Arten sind jedoch so vielerlei, dass es nicht immer gelingt, die Art festzuhalten.

Nach der Form des Gehäuses unterscheiden sich flache gleichseitige Schalen mit flammenartiger Zeichnung der Kammerscheidewände als Amphisteg. Lessoni;

Gehäuse mit convexer unterer, ebener oberer Fläche, regelmässiger Strahlenform der Kammerscheidewände auf der unteren, mit regelmässigem Windungssaum auf der oberen Fläche als Amphist. mammillata;

Gehäuse mit der gleichen Entwicklung wie bei Amphist. mammillata aber mit etwas convexer oberen Fläche entsprechen Amphist. Haueriana;

Dicke Schalen mit wulstigem Kiel und glatter Fläche ohne Rippen oder Furchen, aber mit Flecken bedeckt, geben Amphistegina maculata;

Dicke oder flache Schalen mit tiefen, zwischen mehr oder minder erhabenen Strahlenleisten eingebetteten Gruben sind Amphist. foveolata.

Hiezu muss noch bemerkt werden, dass alle Varietäten von Amphistegina eine dichte Besetzung von Poren mit erhöhter Umwallung besitzen, dass aber diese Porenwälle sehr verschieden kräftig entwickelt sind, so dass anscheinend glatte, ebenso feingekörnelte Schalenoberfläche angetroffen wird. Gegen die Schalenmündung und in derselben sind nicht selten in Reihen gestellte grössere Knötchen aufgelagert.

Amphistegina maculata nov. spec.

(Taf. XX. 1. 2.)

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. mehrf.

Das Gehäuse hat bei $0._{60}$ bis 1 Millimeter Durchmesser Scheibenumriss, ist in der Regel stark und fast gleich gewölbt auf beiden Seiten, hat einen stumpfen, derben Kiel, auf beiden Seiten eine glatte Mittelscheibe, die Oberfläche ist dicht porös und hat zahlreiche, beiläufig den Flammenfurchen entsprechend symmetrisch gelagert matte Flecken.

Amphistegina foveolata nov. spec.

(Taf. XX. 6—8.)

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. einige; Dirk Hartog St. 86 — 82 M. einige.

Die untere Fläche ist in der Regel etwas mehr gewölbt als die obere, der Umriss scheibenrund. Der Scheibendurchmesser hat $0._{35}$—$0._{60}$ Millimeter. Der Kiel ist kantig. Das Eigenthümliche dieser Art ist das Vorhandensein von rundlichen Gruben auf der Oberfläche. Diese sind mehr oder weniger regelmässig in Flammenreihen gelagert, welche



von der glatten Mittelscheibe ausstrahlen. Die Zwischenmasse zwischen den Grubenreihen erhebt sich zu Längsrippen oder es treten mehr knotige Erhöhungen zwischen den Gruben auf. Bei allen Formen ist zugleich die Oberfläche dicht porös. Die Schalenmündung ist, wie bei Amphistegina überhaupt, seitlich vom Kiel am Endsaume der Schlusswindung.

Amphistegina mammillata d'Orbigny.

(Taf. XX. 15—17.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art vom Miocän bei Nussdorf.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. einige.

Das Eigenthümliche dieser Varietät beruht in der Ungleichheit beider Flächen, indem die eine mässig convex, die andere etwas concav ist. Der Umriss ist scheibenförmig, der Kiel scharf. Die Centralscheibe ist glatt, glänzend, von dieser laufen nach dem Schalenrande zahlreiche Flammenlinien aus, zwischen welchen auf der oberen Fläche vom Rande her kurze Zwischenlinien sich einschieben, während auf der unteren Fläche die Flammenlinien gegen das Schalenende gerichtet verlaufen und im zweiten Dritttheil des Laufes mit starkem Knie nach rückwärts umbeugen. Die Schale ist glatt oder dicht besetzt mit feinen Poren. Der Durchmesser der Schale beträgt ungefähr anderthalb Millimeter.

Amphistegina Hauerina d'Orbigny.

(Taf. XX. 12—14.) d'Orbigny — die Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

d'Orbigny beschreibt diese Art als eine im Miocän von Nussdorf häufig vorkommende Form.

Gazelle: Westküste von Afrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86 — 82 M. einige; zwischen Fidschi-Inseln und Südamerika St. 135 — 5011 M. selt.

Das Wesentliche dieser Form besteht in der Convexität beider Flächen, doch ist auch hier eine Fläche mehr gewölbt als die andere. Der Umkreis ist scheibenförmig, der Kiel kantig, die Oberfläche der Schale ist bei $0._{60}$ Millimeter Scheibendurchmesser anscheinend glatt. Die Scheibenmitte beider Flächen zeigt keine Spur einer Skulptur oder Kammertheilung. Der Raum zwischen Centralbuckel und Kiel lässt schwach zu erkennende Flammenlinien und Striemen, Kammerfurchen entsprechend, wahrnehmen, aber keine einschneidende Kammerscheidewand. Auf der weniger gewölbten (Nabel)fläche entwickeln sich von der Centralscheibe gegen den Rand strahlenförmige Furchen, welchen vom Kiele her jedesmal eine kurze Gabelung entgegentritt.

Amphistegina Lessoni d'Orbigny.

(Taf. XX. 18. 19.) Brady 740.

Brady fasst unter dieser Bezeichnung mehrere Arten der Autoren als flachlinsenförmige, als etwas ungleichseitige, als kuppelhaubige Varietät der Amphist. Lessoni zusammen, welche in dieser Zusammenfassung im Eocän beginnen, im Miocän und Pliocän sich wieder finden, und lebend bekannt sind als heimisch in Tiefen bis zu 54 Meter, vorkommend bis zu 3000 Meter in den tropischen Regionen des Atlantischen, Indischen, Stillen Oceans.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. mehrf.; Westküste Afrika's St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. einige; Westaustralien St. 86 — 82 M. einige.

Die Gehäuse haben Scheibenform, sind vorherrschend flach, linsenförmig, auf beiden Seiten fast gleich gewölbt, der Kiel ist schmal, aber nicht scharf. Die Schalenmitte ist von einem glatten Knopf eingenommen, von welchem auf beiden Seiten gegen den Rand schwach sigmoidal geschwungene Kammerscheidewände ausstrahlen. Vor dem Kiel gabeln sich die Kammerscheidewände mehr oder weniger in der Weise, dass ein Theil der Kammerscheidewand nach vorne, der andere nach rückwärts sich wendet. Die Oberfläche

der Schale ist dicht porös. Die Mündung sitzt seitlich neben dem Endsaum der Schlusskammer. Der Durchmesser der Scheibe beträgt $0._{50}$ bis $1._{50}$ Millimeter.

Sehr kräftige, den Nummulinen nahe kommende Gehäuse finden sich in der Probe von St. 13, wo sie durch ihre relative Häufigkeit bei gleichfalls grösserem Schalenumfange sich besonders auffällig machen.

Polystomella Lamarck.

Polystomella ist ein Gehäuse, welches, ganz gleich auf beiden Seiten, sich mit regelmässig einander angereihten Kammern nautilusartig aufbaut und nur eine Windung von Kammern erkennen lässt. Von Nonionina, welche in gleicher Weise aufgebaut ist, unterscheidet Polystomella sich durch grosse Poren, welche in Reihen stehen in den Furchen der Scheidelinien, oder durch Schlitze, welche quer zu den Kammerscheidelinien gestellt sind.

Polystomella crispa Lamarck.

(Taf. XX. 20. 21.) d'Orbigny — Foraminiferen des Wiener Tertiärbeckens. 1846.

Nach Brady findet sich diese Art fossil vom Eocän bis zum Quartär, lebend als Bewohner geringen Tiefstrandes bei Grönland, im Kanal von Faröe, bei Grossbritannien, Belgien, Dänemark, Frankreich, Spanien, im Mittelländischen, Adriatischen Meere, in Westindien, bei den Cap Verden-Inseln, im Indischen Ocean, bei den Kerguelen, Japan, im nördlichen und südlichen Stillen Ocean. Die Tiefe geht bis zu 600 Meter.

Gazelle: Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86 — 82 M. einige.

Die Gehäuse sind $0._{50}$ bis $0._{90}$ Millimeter hoch, scheibenrund, ganzrandig, kantig gekielt, auf beiden Seiten gleich gewölbt. In der Kielansicht tritt die Mitte beider Seiten als Scheibenknopf etwas vor. Zahlreiche Kammern der einzigen sichtbaren Windung werden durch Scheidewände getrennt, welche in rückwärts laufenden Bögen sich gegen den Rand schwingen, auf jedem Scheidewandbogen eine Reihe von Schlitzen tragen, welche rechtwinklig zur Sehne des Bogens stehen.

Polystomella macella Fichtel und Moll.

(Taf. XX. 22. 23.) Brady 737.

Diese Art beginnt nach Brady im Jurakalk, geht nur wenig nördlicher als Mittel- und Adria-Meer, kommt zumeist vor bei den Canaren, in Westindien, bei den Falklands-Inseln, am Cap der guten Hoffnung, bei Madagaskar, Mauritius, Neuseeland, Fidschi, Neuguinea, Ostaustralien, in geringer Tiefe.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.; Capstadt St. 37 — 91 M. selt.; Kerguelen St. 44 c — 91 M. selt.; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse hat $0._{35}$ bis $0._{90}$ Millimeter Scheibendurchmesser, ist sehr flach, zeigt in Mitte der Scheibe einen unbestimmt abgegränzten Nabelraum. Die Kammern stehen eng, die Scheidewände verlaufen gegen den Kiel zurück gebogen, senken sich deutlich ein. Dazwischen erheben sich die Kammern zu schwachen Wulsten, in welchen zur Windungsachse parallel laufende Schlitze angebracht sind, deren Länge $^1/_2$ bis $^3/_4$ der Kammerbreite einnehmen. Auf den letzteren Kammern sind je 12 bis 15 solche Schlitze angebracht. Im Nabel zeigen sich statt der Schlitze Gruben ungleicher Form. Die letzte Kammer endet nach vorne mit einem Spitzgewölbe.



Polystomella craticulata Fichtel und Moll.

(Taf. XX. 24. 25.) Brady 739.

Diese Art ist nach Brady eine Seichtwasserform aus Tiefen von 6—80 Meter von Suez, dem Rothen Meere, von Mauritius, den Australischen Korallenriffen, aus dem Stillen Ocean, dem Chinesischen Meere, den Sandwichsinseln.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. selt.

Das linsenförmige Gehäuse erreicht ungefähr einen Millimeter im Durchmesser, ist stark und gleichmässig gewölbt auf beiden Seiten, fällt gegen den stumpfkantigen Kiel ringsum gewölbt ab. Die Oberfläche hat eine glatte Mittelfläche, gegen den Rand stehen in zahlreichen, engen Halbbögen die Kammern mit den Polystomella eigenen querlaufenden Schlitzen.

Polystomella striatopunctata Fichtel und Moll.

(Taf. XIX. 49. 50.) Brady 733.

Diese Art findet sich nach Brady im arktischen Meere, im nördlichen und südlichen Theile des Atlantischen und Stillen Oceans, in der Südsee, im Indischen, Rothen, Mittelländischen und Adriatischen Meere meist in weniger als 200, aber auch bis zu 3600 Meter Tiefe.

Gazelle: Westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Bei $0._{20}$ Millimeter Scheibendurchmesser ist das Gehäuse rund im Umriss, ragt mit dem Ende der letzten Kammer über den Kiel am Beginn der einzig sichtbaren Schlusswindung ziemlich hoch vor. Der Rücken ist gerundet, der Nabel vertieft sich ohne bestimmte Grubenabgränzung. Die ganze Gestalt ist viel mehr die einer Nonionina als Polystomella, mit welcher nur die in der tief eingesunkenen, aber schmalen Kammerscheidewand stehenden, halbversteckten grösseren Löcher übereinstimmen. Diese Löcher stehen in regelmässigen Reihen in den Scheidewandfurchen, mit dem offenen Theile nach rückwärts gegen die vorhergehende Kammer gewendet.

Heterostegina d'Orbigny.

Die Gehäuse sind flache Scheiben, welche, aus dicken Anfangswindungen aufgerollt, mit immer mehr sich verflachendem Wachsthum rasch an Höhe zunehmen. Die Kammern sind zahlreich, schwingen sich im Bogen von vorne nach rückwärts, zeichnen sich aus durch gitterförmige Abtheilung der Bögen, welche mittelst vertikal auf den Kammerscheidewänden stehenden Leistchen abgetrennt werden in kleinere Kammern.

Heterostegina depressa d'Orbigny.

(Taf. XX. 34. 35.) Brady 706.

Nach Brady findet diese Art sich in Tiefen von 10 bis 660 Meter bei den Cap Verdeinseln, Westindien, Pernambuco, Madagaskar, Ceylon, Seychellen, Sandwichsinseln, im Chinesischen Meere, im südlichen Stillen Ocean.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. selt.; Timor St. 95 a — 4078 M. selt.

Fast kreisrund, bildet der Umriss nur mit der letzten Kammer einen rundlichen Randvorsprung. Die Mitte des Schalenkörpers ist etwas verdickt, gegen den Rand verschmälert sich die Schale. Die Oberfläche ist dicht porös. Der gesäumte Kiel ist schmal, nicht schneidend. Vom mittleren Windungssaum gegen den Kiel laufen auf der letzten Windung die Scheidewände der zahlreichen Kammern in Bögen zurück, auf den Scheidewänden stehen senkrecht fensterbildend Leistchen, durch welche die Schalenoberfläche eine in Bogenstellung gereihte Gitterform erhält. Diese Scheidewände und Querleisten erheben sich zuweilen zu knotenförmigen Vorragungen. Der Scheibendurchmesser erreicht über einen halben Millimeter.

Heterostegina curva Möbius.

(Taf. XX. 26—33.) Möbius, Foraminifera von Mauritius. Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. 1880.

Gazelle: Westaustralien Dirk Hartog St. 86 — 82 M. mehrf. In Gesellschaft mit Amphisteginen.

Von den zur Untersuchung mitgetheilten Proben enthält nur die von Dirk Hartog diese eigenthümliche Form. Junge Gehäuse haben stumpfeckigen Umriss, sind auf beiden Seiten gewölbt, fast bauchig, in der Regel auf einer Seite mehr hervortretend, und kaum gelingt es, ihre amphistegine Aufrollung zu erkennen. Der Schliff gibt aber eine gewölbte Anfangskammer von beinahe rundlicher Form (Fig. XIX. 29). Ueber diese legt sich eine zweite, mehr in die Länge gezogene Kammer, nicht gleich in der Spiralebene verlaufend. Eine dritte Kammer legt sich, länger gestreckt, über die zweite. Diese Kammer theilt sich bereits in Nebenkammern, deren kräftige Scheidewände anfangs gebogen, dann senkrecht auf der Rollungsachse stehen.

Gehäuse von $0._{80}$ bis 1 Millimeter Scheibendurchmesser sind im Umriss rund, ganzrandig, nur die Schlusskammer ragt etwas vor, am Ende über den Kiel schwach hinausgreifend. Die Scheibe ist ziemlich flach, wird von einem kräftigen Kiel umsäumt. Die Oberfläche der Schalen ist nicht ganz gleich gezeichnet. Die eine Fläche trägt wie bei Amphistegina Haueriana Flammenradien, die andere lässt mit Mühe eine circulare Aufbauung erkennen.

Gehäuse von $1^1/_2$ Millimeter erscheinen beinahe kreisrund im Umriss, sind auf beiden Flächen ziemlich gleichmässig convex, im Schalenmittel auf beiden Seiten fast ganz glatt. Die gegen den derb gekielten Rand abfallenden Flächen erscheinen vom glatten Mittelknopf aus geflammt mit Radien, gegen den Rand trennen sich die Kammern bestimmter ab und zeigen senkrecht zur Rollachse stehende Leisten der Nebenkammern wie Cycloclypeus.

Gehäuse von 2 Millimeter Scheibendurchmesser erscheinen als platte, im Umriss unsymmetrisch geformte Kuchen, oder als flache, einseitig eingedrückte Schüsseln. Die Oberfläche ist porzellanglatt. Eine Mündung ist nicht sicher zu erkennen. Die Oberflächenskulptur zeigt die Leisten der Cycloclypens-Nebenkammern halb vorstehend, halb durchscheinend.

Operculina d'Orbigny.

Die einzelnen Arten gehen mannigfach in einander über. Die kleineren, im durchfallenden Lichte fast durchscheinenden Op. ammonoides geben die Ausgangsform, zeigen eine den Nonionina ähnliche, aber mattere grauliche Schalenfärbung, eine gleichmässige Form von Poren, welche dicht stehen, eine ammonitenartige Umfassung der Windungen. Mit fortschreitendem Wachsthum gehen die Windungen mehr in die Breite, werden derber im Skelet. Grössere Gehäusedimensionen mit vorherrschender Flachheit der Schalen reihen sich ein zur Gruppe der Op. complanata. Bei beiden Arten ist die Schalenmitte bald eingesunken, bald etwas erhaben als Centralscheibe.

Operculina ammonoides Gronovius.

(Taf. XX. 38. 39.) Brady 745.

Diese Art beginnt nach Brady im späteren Tertiär, lebt in mässigen Tiefen bei Norwegen, England, Dänemark, Frankreich, den Canarischen Inseln, im Mittelmeer, in der Bucht von Suez, am Cap der guten Hoffnung, bei Papua, Japan, Australien, den Philippinen, geht bis zu 4500 Meter Tiefe.

Gazelle: Mauritius St. 66 — 411 M. einige; westl. Australien St. 90 — 359 M. einige; Amboina St. 101a — 55 M. einige.

Das flache, scheibenrunde Gehäuse erreicht einen Durchmesser von $0._{20}$—$0._{75}$ Milli-



meter, fällt mit der Schlusskammer am Umrisse stumpfeckig ab. Der Rand hat einen breit gesäumten Kiel. Die einzig vollständig und deutlich sichtbare Windung ist die letzte. Von den ersteren zwei bis drei Windungen lässt sich nur ein geringer Theil in der Nabelvertiefung des Gehäuses wahrnehmen. Die 9—11 Kammern der Schlusswindung sind etwas bauchig gegen die Mitte zu, gegen den Rand der Schale fallen sie, sich einbuchtend, ab. In der Randansicht treten die Kammerbäuche backenförmig vor. Die Schlusskammer endet als herzförmiger, mit der Spitze nach oben gekehrter Schild, in dessen Grund die Mündung liegt. Die Oberfläche der Schale ist gleichmässig dicht porös. Die Kammerscheidewände stehen meist senkrecht auf dem Windungssaume. Im durchfallenden Lichte erscheinen sie als breite Gerüstbänder, im auffallenden Lichte sind sie tiefe Scheidefurchen.

Die grösseren Gehäuse haben eine matte Oberfläche, sind wulstig in der Schlusswindung, lassen die Scheidelinien bald mehr abgeflacht erkennen, oder bilden auch sehr knotigwulstig vortretende Kammern aus.

Operculina complanata Defrance.

(Taf. XX. 40—42.) Brady 743.

Nach Brady beginnt diese Art in der Maestrichter-Kreide, findet sich lebend im Rothen Meere, in den tropischen Zonen des Grossen Oceans in Tiefen bis zu 800 Meter.

Gazelle: Mauritius St. 65 — 137 M. einige, St. 66 — 411 M. einige; Amboina St. 101 a — 55 M. mehrfach.

Die scheibenrunden Gehäuse sind flach, haben $0._{20}$ bis $1._{20}$ Millimeter Durchmesser. Beide Seiten sind gleich flach, der Rand ist ein gesäumter Kiel. Die ersteren Windungen sind in einem centralen Knäuel verborgen oder auch theilweise, von den folgenden umklammert, in einer mittleren Tellervertiefung sichtbar. Die letzte Windung rollt sich ammonitenartig um die vertiefte Mittelscheibe mit ziemlich vielen Kammern auf. Die Kammern sind schmal, werden durch zuweilen gerade, meistentheils geschwungen laufende Einsenkungen getrennt, sind wenig gewölbt und laufen gegen den Kiel sich verflachend aus. Zuweilen erheben sich die Scheidewände auch als schmale Leisten. Im durchfallenden Lichte erscheinen die Scheidewände als kräftige Zwischenwände, welche die Kammern trennen. Die Schlusskammer endet vorne, auf der vorhergehenden Windung reitend, als schwach vertiefte Kapelle.

Die Oberfläche der Kammern ist bei der Normalform glatt.

Operculina granulosa Leymerie.

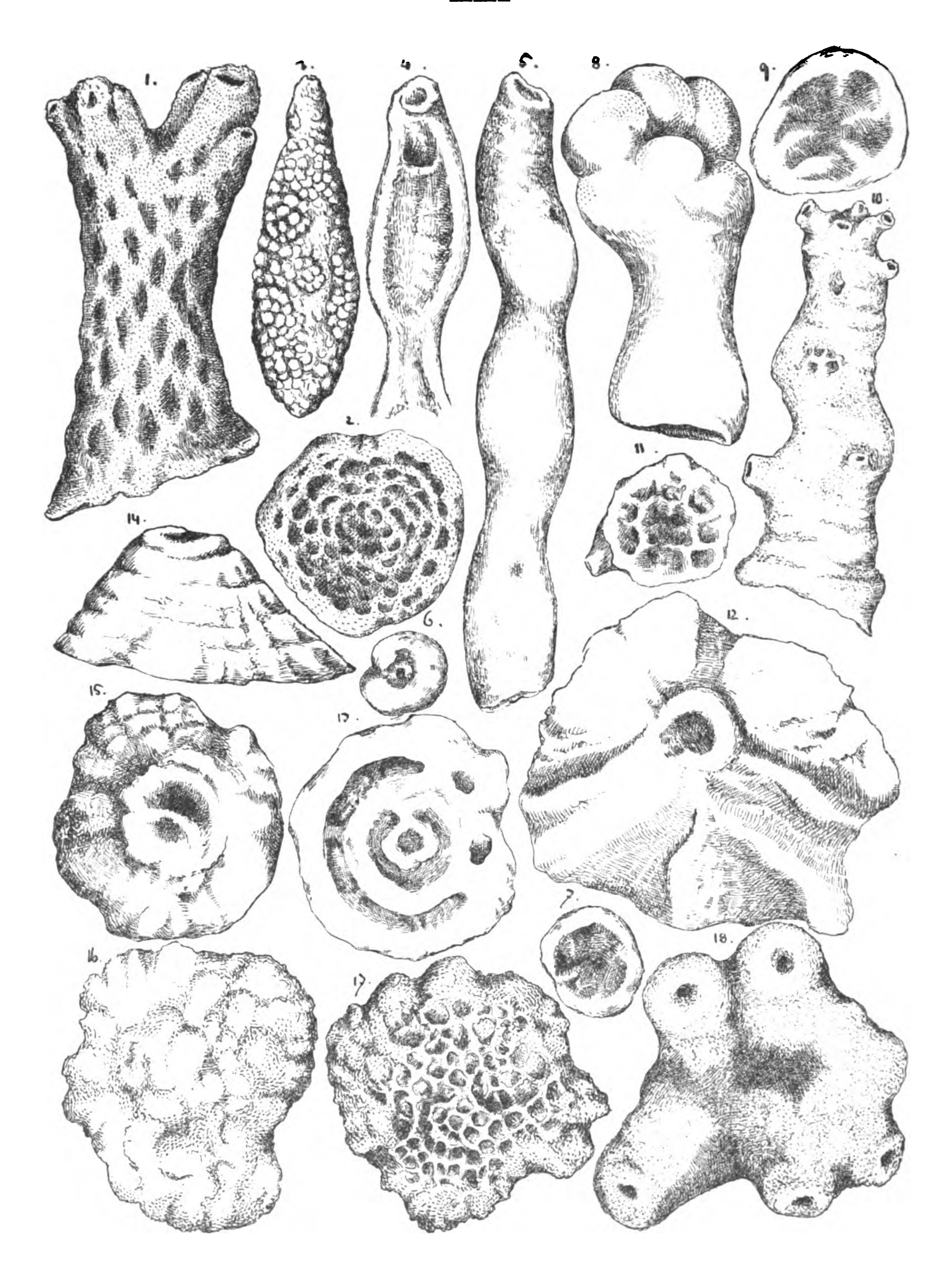
(Taf. XX. 36. 37. 43.) Brady 743.

Brady vereinigt diese Varietät mit Operc. complanata und scheidet auch deren fossiles und lebendes Vorkommen nach Fundorten nicht auseinander.

Die Gazellenproben, welche Operculina enthalten, bieten gleichfalls die glatte und die knotigverzierte Form miteinander vorkommend.

Operculina granulosa unterscheidet sich von Op. complanata nur durch eine bald reichlichere, bald spärlichere Besetzung der Fläche auf den Kammern der Schlusswindung sowie in dem Schalenmitteltheile mit runden Knötchen oder mit Poren, welche mit starken Wallrändern emporragen. Die Knötchen werden manchmal ziemlich starke Knollen, der Mitteltheil des Gehäuses tritt zuweilen als Centralscheibe mit Knoten auf der Fläche ziemlich deutlich hervor. Eine regelmässige Stellung der Knötchen parallel den Scheidelinien ist selten zu beobachten.

XXI



Tafel XXI.

Fig. 1 Polytrema miniaceum von der Seite,
" 2 " " " unten,
" 3 Difflugia reseolata,
" 4 Nubecularia lucifuga, die letzte Kammer von Fig. 5, von der Anwachsfläche aus gesehen,
" 5 Nubecularia lucifuga, freie Fläche,
" 6 " " von oben,
" 7 " " " unten,
" 8 Rupertia stabilis von der Seite,
" 9 " " " unten,
" 10 Carpenteria raphidodendron von der Seite,
" 11 " " " unten,
" 12 " monticularis,
" 13 " balaniformis von unten,
" 14 " " " der Seite,
" 15 " " " oben,
" 16 Polytrema miniaceum von oben,
" 17 " " " unten,
" 18 Carpenteria utricularis.

Polytrema Risso.

Nach Brady sind Polytremen Knollen oder Stämmchen, welche als Polytr. cylindriana und Polytr. mesenteriana nach Carter abgetrennt, in der stammartig ästigen oder in der in der Fläche ausgebreiteten Entwicklung verschiedene Gestaltung wahrnehmen lassen, nach dem inneren Bau aber aus Kammern bestehen, welche in rotaliner Reihenfolge gelagert erscheinen, ob nun die äussere Form dem ästigen Ausbau zustrebt oder in schwammartiger Knollenform ihr Breitenwachsthum findet. Die Oberfläche beider Formen bietet kräftige, dicht gestellte Poren und mehr oder minder vertiefte, zum Theil symmetrisch gelagerte Poren.

Polytrema miniaceum Linné.

(Taf. XXI. 1. 2. 16. 17.) Brady 721.

Nach Brady ist diese Art bis zu 1800 Meter Tiefe heimisch in den tropischen und subtropischen Meeren beider Hemisphären.

Gazelle: Cap Verden-Inseln St. 13 — 69 M. mehrf.; Mauritius St. 65 — 137 M. mehrf.; St. 66 — 411 M. selt.; westl. Australien St. 86 — 82 M. einige.

Wie in vorstehender Charakteristik das Genus Polytrema dargestellt ist, finden sich auch bei Polytr. miniaceum die beiden Formen der ästigen und knolligen Gehäuse mit den ihnen zukommenden Eigenthümlichkeiten. Die Gehäuse fallen überdiess auf durch ausgesprochene Rothfärbung. Die einzelnen Gehäuse kommen als kleine Astgebilde von $0._{25}$ Millimeter vor, und andere erreichen mehrere Millimeter in Länge (ästige Form), oder im Flächendurchmesser (Knollenform).

Carpenteria Gray.

Brady gibt als wesentliche Eigenthümlichkeit dieses zwischen Rupertia und Truncatulina stehenden Genus eine rotaline Grundform der Aufwachsfläche mit kegel- oder strunkförmigem Schalenkörper. Die Schale endet nach oben in einzelne oder mehrfache weite oder rundliche Mündungsgruben.

Carpenteria utricularis Carter.

(Taf. XXI. 18.) Brady 678.

Nach Brady kommt diese Art vor in Tiefen bis zu 650 Meter bei Westindien, Mauritius, Pernambuco, den Admirals-, Freundschafts-Inseln.

Gazelle: Cap Verden-Inseln St. 13 — 69 M. selt.; westl. Afrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 65 — 137 M. selt., St. 66 — 411 M. selt.

Das einfachste Gehäuse dieser Art ist ein von unregelmässig ausgebreiteter Anwachsfläche sich frei erhebender Strunk. Dieser ist rundlich im Querschnitt, endet oben mit wulstigem Rande, in der Mitte eine Mündungsgrube bergend. Die Oberfläche des Strunkes ist dicht porös, mattrauh. In der Regel bildet aber das Gehäuse eine Colonie solcher Strunke mit zusammenhängender Bodenfläche, die Strunke sind länger und kürzer, unsymmetrisch vertheilt. Das Gehäuse erreicht eine Flächenausbreitung von mehr als 1 Millimeter.

Carpenteria balaniformis Brady.

(Taf. XXI. 13—15.) Brady 677.

Gazelle: Westafrika St. 18 — 68 M. selt.

Brady gibt auf Tafel XCIII N. 14 und 17 eine kegelförmige Figur von Carpenteria mit der Bezeichnung balaniformis. Vorliegendes Exemplar dürfte damit identisch sein. Von oben gesehen bietet die Schale einen fast scheibenrunden Umkreis, von welchem die kegelförmige Schalenwand gleichmässig rasch sich erhebt, in der Mitte in eine unregelmässige Abstutzung endend. In Mitte dieser Abplattung befindet sich eine Vertiefung, die Mündung?, von einer Wallwand sigmoidal umschlossen. Wände von Kammern sind in derselben nur durch einen Steg angedeutet. Die untere, ebene Fläche zeigt die rotaline Rollung der Schalensubstanz im inneren Skelet und hier lassen sich zwischen grubigen Vertiefungen schwache Brücken als Kammerwände deuten.

Die Kielansicht lässt am Rande des Kegels schwache Wulste vortreten, welche, als Halbringe durch seichte Vertiefungen getrennt, übereinander liegen. Wie bei Balanus Längsleisten verlaufen, zeigen sich auch hier auf der oberen Fläche Spuren radialer Striemen. Der Durchschnitt der Scheibenfläche erreicht fast 1 Millimeter. Die Schalenoberfläche ist anscheinend glatt, bei stärkerer Vergrösserung porös.

Carpenteria raphidodendron Möbius.

(Taf. XXI. 10. 11.) Möbius — Foraminiferen von Mauritius. — Beiträge zur Meeresfauna u. s. w. 1880.

Carpenteria raphidodendron ist ein Riffbewohner von Mauritius und wird von Möbius auch von dem Marschalls-Archipel angeführt.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.

Das Gehäuse ist $1._{50}$ Millimeter lang, sitzt auf anderen Gegenständen mit einer Scheibe auf, welche die Aufrollung von Windungen mit fensterartigen Kammerwänden erkennen lässt. Der Stamm erhebt sich mit rundlichem Querschnitt und sendet zeitweilig



eine oder mehrere kurze Aströhren aus, welche mit rundlich gerandeter Oeffnung enden. Nach oben verschmälert sich der Stamm etwas und schliesst mit mehreren kurzen Aststummeln ab. Die Oberfläche ist fein porös, matt, querrunzelfaltig.

Carpenteria monticularis Carter.

(Taf. XXI. 12.) Brady 677.

Nach Brady findet sich diese Art bis zu 1150 Meter Tiefe bei den Philippinen, Neuhebriden, Ki-, Admirals-, Raine-, Falklandsinseln, Honolulu, Ascension, Bermuda.

Gazelle: Westl. Afrika St. 18 — 68 M. einige; Mauritius St. 66 — 411 M. selt.

Das Gehäuse sitzt mit breiter, 1 Millimeter überschreitender Basis als flacher Kegel auf, legt in rotaliner Folge ohne strenge Regelmässigkeit die einzelnen Kammern an einander. Die Einzelnkammer richtet sich zu der breitrundlich geöffneten Mündung im Mittel des Gehäuses empor, verliert sich gegen den Rand, bleibt aber durch Randwulst rippenartig von den Nebenkanten getrennt, und den Rippen entsprechend laufen tiefe Einschnitte vom Mittel des Gehäuses zwischen den Kammern gegen den Rand des Gehäuses.

Rupertia Wallich.

Rupertia ist eine im inneren Bau mit allmähligen Kammerumgängen, aussen als rundlicher Stamm sich von der Anwachsstelle aus aufrichtende Form, welche nach oben in blumenkohlähnlicher Ausbreitung mit den Kammerflächen die Centralachse des Stammes umkreist.

Rupertia stabilis Wallich.

(Taf. XXI. 8. 9.) Brady 680.

Brady bezeichnet mit Tiefen von 200 bis 2600 Meter als Fundorte den Atlantischen Ocean von Grönland bis Biscaya, die Azoren, das Cap der guten Hoffnung, die Falklandsinseln.

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. selt.; westl. Afrika St. 18 — 68 M. selt.; Mauritius St. 65 — 137 M. selt.; westl. Australien St. 86 — 82 M. selt.

Stämmchen von 1—2 Millimeter Höhe, rundlich im Querschnitt, ragen von ungleich breiter Basis auf, gehen dann in polsterartig wulstigen Abtrennungen in die Breite. Diese Polsterwulste sind die nach oben sich wölbenden Kammern. Unregelmässig für sich abgegränzt durch deutliche Kammereinschnitte erscheinen sie bald bescheidener, bald überwuchernd um die Centralachse des Stammes ausgebreitet. Der Stamm lässt nur im Schliffpräparat die allmählige Aufrankung der Kammern wahrnehmen. Die Oberfläche der Kammerwölbungen trägt sehr deutliche Poren.

Nachtrag.

Hyperammina arborescens Normann.

(Taf. IV. 11.) Brady 262.

Bekannt aus Tiefen von 36—700 Meter von Grönland, zwischen Cembra und Bute, von Irland.

Gazelle: Cap Verden St. 13 — 69 M. selten.

Das Gehäuse ist verschieden lang, erreicht 2 Millimeter, ist $0._{03}$—$0._{05}$ breit, rund im Durchschnitt, ein ästiges Rohr, welches an beiden Enden sich als hohl zeigt, seitlich in verschiedene Nebenäste abzweigt. Die Schale besteht aus feinkörneliger Cementmasse, ist auf der Oberfläche theilweise fast glatt, theilweise etwas knorrig. Die Seitenäste sind nicht nahe aneinander, die einen nur kurze Stummel, andere sind längere Aeste.

Polymorphina formosa n. sp.

(Taf. IX. 17—19.)

Gazelle: Cap Verde-Inseln St. 13 — 69 M. selt.; westl. Australien St. 90 — 359 M. selt.

Das zartschalige Gehäuse von $0._{30}$ Millimeter Höhe und $0._{11}$ Breite ist verlängert eiförmig, seitlich ungleich flach, hinten gerundet, hat eine Lagena-ähnliche Gestalt, zeigt sogar von der gerundet abgestutzten Mündung aus einen Theil eines entosolenen Tubus, welcher wie abgebrochen in den Hohlraum der letzten Kammer hineinragt. Letztere umschliesst die vorhergehenden Kammern grossen Theils ganz, so dass bei auffallendem Lichte an dem hinteren Schalenende eine seitlich vortretende Mittelkammer und die Abtrennung der vorletzten Kammer von der letzten deutlich zu erkennen ist. Bei der Durchsichtigkeit, welche die zarte Schalenwand gestattet, sieht man in dem Schaleninnern vier innere Kammern aufrecht stehen, die vorhergehende kleinere jedesmal von der folgenden grösseren umfasst.

Tabellarische Uebersicht

über die

aufgefundenen Foraminiferen

nach Fundstätten und Tiefen.

Die Fundstätten sind in dieser Zusammenstellung mit der Stationsnummer bezeichnet.

Meter Tiefe	Biloculina irregularis	bulloides	tubulosa	discus	elongata	ringens	depressa	laevis	murrhina	nodosa	Spiroloculina tenuis	acutimargo	involuta	tenuiseptata	lamella	excavata	canaliculata	impressa	grata	foveolata	crenata	complanata	asperula	arenaria
0— 99																		18 101a			18			
100— 499	55a 90		90		55a 38	66	66	55a	55a	66	66 90	90	66		90	65 66 90		90	66 90	65	65	66 67 90	66 90	66 90
500— 999				17			17 87		17		17			17										
1000—1999							59 86a 87b 104 130		59		59a 59b	59a b 130					87b	87b						
2000—2999					25		58				58												25	
3000—3999		50 102			79		10 36 156		156		74 156	50												
4000—4999																								
5000 – 6000							92																	

Meter Tiefe	Miliolina pellucida	oblonga	angusta	pygmaea	gracilis	cultrata	lenticularis	Ferussacii	alveolinif.	amygdaloides	seminulum	cylindrica	trigonula	porrecta	tricarinata	tubulifera	Cuvieriana	venusta	Rudolphina	circularis	subrotundata	bucculenta	secans	undosa	sublineata	bicornis	Rupertiana	scrobiculata	maculata	reticulata	Linneana	separans	agglutinans
0— 99		104a		101a			151		37		18 101a 151		101a		18 104a		18 104a	151	18	13													
100— 499	90	66 90	55a 65 90 66 67	65 55a 66	65 66 90	66 90		66 90	66	67	55a 67 65 90 66	90	65 66 90	66	66 90	90	66	65 66 90	66 90	65 66 90	55a 65 90 66 67		66	66	66	66	66	65		65	65	66	38
500— 999	17	116	17		87						17 103		116							116									17				
1000—1999	59 86a 130		59 87b		59 87b	59					59 87b		87b					59															
2000—2999	118	58			58 129																												
3000—3999			80		127						142 154							127 154 156				80											
4000—4999			144								85																						
5000—6000																																	

Meter Tiefe	Articulina					Vertebralina	Ophthalmidium	Hauerina	Planispirina				Cornuspira				Peneroplis	Orbiculina		Orbitolites		Alveolina		Squamulina	Nubecularia
	conico-articulata	funalis	extensa	inornata	sulcata	striata	inconstans	compressa	sigmoidea	celata	exigua	auriculata	involvens	crassiseptata	carinata	foliacea	pertusus	adunca	compressa	marginalis	complanata	melo	longa	laevis	lucifuga
0— 99					18	101a	101a		86		18									18	18	86			
100— 499	66 67 90	55a 66 90	66	66	66		90	66		90	66 90	66 67 90	66 67 90	67 90	66 67 90	66	66	65	65	66	65	65 66	65 66		55a
500— 999																									
1000—1999	87b						87b					87b	87b	87b	59									87b	
2000—2999																									
3000—3999																									
4000—4999																									
5000—6000																									

Meter Tiefe	Difflugia		Pelosina			Storthosphaera	Saccammina	Hyperammina			Rhabdammina	Rhizammina	Rheophax							Haplostiche	Haplophragmium										Thurammina	Ammadiscus		Trochammina							Webbina
	pyriformis	roseolata	cylindrica	rotundata	spiculotesta	albida	sphaerica	subnodosa	ramosa	arborescens	abyssorum	indivisa	hystrix	nodulosa	bacillaris	findens	scorpiurus	cylindrica	spiculifera	Soldanii	pseudospirale	globigerinif.	agglutinans	rotulatum	cassis	fontinense	canariense	emaciatum	turbinatum	nanum	papillata	incertus	gordialis	squamata	plana	elegans	galeata	pauciloculata	trullissata	proteus	hemisphaerica
0— 99		86	86				18	18		13		13	13		18					86		18			18		13	18	86										18		13
100— 499	90			90		90					66					66	66 90	65 66	55a				66	66		66				65	90	90	66	55a 66	90		90	90	90		
500— 999																		17				17					17			17								17	17		
1000—1999					87b																																	130		130	
2000—2999																																						96			
3000—3999																														102						10					
4000—4999									85					85				85			85	85																			
5000—6000																																						92			

Meter Tiefe	Textularia																Chrysalidina	Clavulina			Spiroplecta			Gaudryina				Verneuilina						Tritaxia	Bigenerina	
	Partschii	agglutinans	porrecta	horrida	aspera	carinata	rugosa	concava	sagittula	fistulosa	gramen	Barretti	folium	jugosa	conica	trochus	dimorpha	Parisiensis	humilis	communis	annectens	rosula	biformis	pupoides	chilostomella	baccata	colligera	pygmaea	variabilis	triquetra	propinqua	polystropha	spinulosa	indiscreta	capreolus	pennatula
0— 99					13	37									18	18 13								18								104a		18		
100— 499	66 90	66 90	90	65			65	66	65 66	66	66 90		65 66 67 90	90	66		66 67 90	66 90	90	66	90	66	90	66 103	66 90	65		90	66	66 148			65 66 90		90	66 90
500— 999						17		17	17			17											17	116			87	103 116	17						87	17
1000—1999	87b 130	130							87b											87b		87b		59b 87b				87b 130					87b			
2000—2999	58 129																														58					
3000—3999	36 102	156						79													102			127												
4000—4999																									85			85 95								
5000—6000																												92								

Meter Tiefe	Bulimina elegans	elongata	pyrula	pupoides	affinis	pyr. spinesc.	subornata	ornata	Buchiana	rostrata	aculeata	marginata	inflata	convoluta	contraria	elegantissima	subcylindrica	subteres	declivis	Virgulina Schreiber-siana	Schreib. com-planata	squamosa	subsquamosa	subdepressa	pauciloculata	texturata
0— 99	13 18	18									104a															
100— 499	66 90	66 90		66	90	66	90	90	66		67 90	90	66 90	65 66 90	90	65 90		90		90	90		55a 90	90	90	
500— 999	87	17	103						116		55			17		17	17	17 116	17	17 55			17		17	
1000—1999	59 87b	86a 87b					87b		59	87b	87b		87b	87b	87b			87b		87b		87b	59 86a	59	86a 87b	
2000—2999					58																		58 96 128			118
3000—3999	127										154			36						156		79	36 80	50 80 102 142 156 162		
4000—4999														85								85	85	85		
5000—6000																									9	

Meter Tiefe	Cassidulina laevigata	crassa	oblonga	Bradyi	Parkeriana	subglobosa	Chilostomella ovoidea	Allomorphina trigona	Polymorphina lactea	sororia	angusta	elegantissima	formosa	Sequenzana	compressa	oblonga	acuta	longicollis	regina
0— 99	37	13	18 37			18						13	13		13	37			
100— 499	90	65 90 66 53 55a	66 55a	90	90 148	53 54 148 55a	66 90						90			66 90		66	55a
500 — 999	17 103	17 103	17 87			17 55 87	87 103	103	103	17		17 103							
1000—1999	59 87b	59 87b	87b			86a					87b			59			59		
2000—2999		96 118				129	96												
3000—3999	102	10 50																	
4000—4999	85	85																	
5000—6000			92																

Bolivina																					
ovata	dilatata	robusta	acaulis	reticulata	pygmaea	Beyrichi	alata	Hantkeniana	glutinata	textularioides	punctata	substriata	tortuosa	nobilis	Karreriana	amygdalae-formis	porrecta	limbata	lobata	campanulata	ambulacrata
	18 101a 104a				13					13 101a 18	18 37 101a		18	18 101a			104a	18			
66	65 66 90	66	90	66 67 90	90	90	90	90	90	66 90 67	66 90	66	65 66	65 66 90	66 90		66 67	65 66	66 90	66 90	90
	17 87	103			17		17		17	17 103 116	17		17								
	59 87b	59 87b	87b		87b					59 86a 87b 130	87b					130			87b		
	118					58				129					129						58
		102			102					102 127	102										
										85											
																			3	3	

Ramulina	Uvigerina															Siphogenerina					
globulifera	canariensis	crassa	aculeata	asperula	proboscidea	Brunnensis	tuberosa	ampullacea	interrupta	pygmaea	globulosa	angulosa	spinipes	tenuistriata	porrecta	columellaris	striata	raphanus	bifrons	dimorpha	virgula
	13													44a 152							
90	66 90	66	66	65 66	90	53 55a		66	90	53 55a 66 148	90	65 66 55a 67 53 90	90	66	90	65 66 90	66 90	66		66	90
			103	17			103					17		116							
87b				59 87b 130				87b	87b	59 87b			59	59 130					87b		87b
				58																	
	102			127						80											36
				85								85									

Meter Tiefe	Gromia	Lagena																					
	oviformis	laevis	globosa	ovum	clava	clavata	apiculata	tubulifera	hispida	aspera	Hertwigiana	favosopunctata	squamosa	hexagona	lineata	striata	semistriata	striatopunctata	Feildeniana	gracilis	sulcata	interrupta
0— 99																					18	
100— 499		55a 90	90		90				55a	90	90	90	55a 90	53 55a 90	55a	65 66 90		66	90		55a	
500— 999				17		17	17		87 103	17										17		
1000—1999				59	59				87b					87b	87b	59 87b	87b			87b	130	87b
2000—2999		58	58	58										129								
3000—3999	50	36	36	108				156		162										142		
4000—4999				141					141													
5000—6000				92																		

Meter Tiefe	Glaudulina			Nodosaria																		
	laevigata	ovula	discreta	radicula	calomorpha	filiformis	incerta	simplex	consobrina	lagenifera	Haueriana	communis	mucronata	abyssorum	Ehrenbergiana	hispida	setosa	scalaris	vertebralis	perversa	pyrula	intercellularis
0— 99																		18 101a				
100— 499		90	90	90	90	90			90			55a 90	90		66	66	90	66	90	90	90	66 90
500— 999					17		103					17 87	17		17							
1000—1999	87b									87b	87b	87b				87b		87b			87b	87b
2000—2999																						
3000—3999								102	102					36								
4000—4999																						
5000—6000																						

Lagena																								
acuticosta	plumigera	tortilis	gracillima	distoma	elongata	laevigata	compressa	quadrata	staphyllearea	longispina	acuta	marginata	semimarginata	fimbriata	Orbignyana	castrensis	perforata	costulata	Wrightiana	bicornuta	ungula	lagenoides	lagenoides tenuistriata	trigonomarginata
			101a														101a							
55a 65		90	67 90	66 90	90	55a 90		66 67	66 55a 90		90	55a	55a		66 55a 90	66 67	66 90	90	67 90		90	55a 66	55a	
	103		17			17 87 116		17	17	17 116			17	17	17	17								
87b	87b		59 87b				59	130	59 87b			87b 130	59 87b		59 86a 87b 130			130				87b		59
													129		58									
						50 127		102	102		127	127								156				
						95b																		
															140									

Lingulina	Frondicularia	Marginulina		Vaginulina			Cristellaria											Ehrenbergina		Rhabdogonium
carinata	spathulata	glabra	costata	sigmoidea	legumen	patens	Italica	crepidula	tricarinella	rotulata	intermedia	calcar	cultrata	gibba	acutauricularis	simplex	variabilis	serrata	pupa	tricarinatum
			18							18			18				18			18
90	90	66		66				65 66 90	66 90	55a 65 66 90	90	66		66 90	66	66 90	66 90	90		66 90
										103				103		17 87				103
					87b	87b	86a 87b						87b			59	87b	86a 87b	87b	
																				102

Meter Tiefe	Globigerina																
	bilobata	ocellata	pachyderma	regularis	quadriloba	radians	bulloides	concinna	diplostoma	marginata	aequilateralis	cretacea	globularis	dubia	rubra	trochoides	sphaeroides
0— 99		13					13 104a 18 37 101a		37 101a				13	18 37	13 18		18
100— 499		90	55a	66 53 55a 90		90	53 65 55a 66 90 67	53 55a 67 90	65 90		90		90	55a	66 90		55a 90
500— 999	17	87	17	17 87 103 116	17	87	17 103 116 87	17 87 103	17 87 103	17	17 87 103 116		17 87 103 116	17 116	17		103
1000—1999		59 86a	59	59 86a 87b 130		130	87b 104 130 59 86a	59 86a 130 87b	59 87b 104 130		59 86a 87b 104 130	59 130	86a 87b	59 87b 130	86a 87b 130		87b 59 130
2000—2999		78 129	58 78	58 118 129	58 129		58 78 96 107 129	58 107 129 157	58 78 96 129		58 107 129	107 129		58 78 118	58 129		129 118 58
3000—3999		74 80	102 156 71 79	36 50 156 79 80 102 127 142			10 154 36 50 156 79 162 80 102 108 127 142	10 36 102 127 162	10 36 74 80 102 142 154		10 127 156	102 108 127 162		10 50 74 80 162 102 127 142 156	10 127 154 162	127	10 142 50 156 74 80 102 108 127
4000—4999			85	141 70			95 141 85	85 95 144	85 95		85 95		85 95	85 141 144			85 141 95 144 125
5000—6000		9 92	9 140	9 3			3 9 140	9	3 92	92	3 9 92	9	9	3 9	92		9 92

Meter Tiefe	Globigerina								Hastigerina	Pullenia			Candeina	Orbulina		Sphaeroidina	
	hastata	conglobata	sacculifera	digitata	inflata	helicina	triloba	glutinans	pelagica	sphaeroides	obliqueloculata	quinqueloba	nitida	universa	porosa	bulloides	dehiscens
0— 99		18	13 18		18 37		18 101a	101a	13	18	18			13 18 37		18	18
100— 499	90	66 90	66 90		38	66	66 90	90	38 66 90	90	66 90	53 55a		66 90			66 90
500— 999		116	17 87 116	87	17 87	17 103	17 116 55 87 103	17	17 87 103	17 87	17 87 103 116		17 87	17 87 103 116	17		87 103 116
1000—1999		87b 130	59 86a 87b 130	59 130	59 86a 87b 130	87b 130	59 86a 87b 104 130		87b 130	87b 130	86a 87b 104 165 130		130	59 86a 87b 130		59 130	87b 130
2000—2999		58 129	129		58 78 118	96	58 96 107 118 124		129		58 96 107 118 129			58 118 129		58	96 129
3000—3999		10 127 142	10 102 108 127 162	127	10 127 36 50 142 80 154 79 156 102	108 127 162	10 36 74 102 127 142 156	102	108 127	127 162	10 36 102 127 156 162	127	127	10 36 142 50 156 74 79 162 80 102 127	10 50	154	102 127
4000—4999			95		70 141 85 144 125 157		95 125 141		70 95	85	85 95 144	144	95	85 95 125 141	95	95	95 157
5000—6000			9		9 140		3 9 92 140				92			3 9 92		92	9

	Anomalina						Planorbulina		Cymbalopora			Gypsina	Discorbina																							Patellina	Spirillina						
Meter Tiefe	globigerinoides	grosserugosa	ammonoides	foveolata	coronata	polymorpha	mediterranensis	larvata	Poeyi	bulloides	tabellaeform.	vesicularis	rugosa	rosacea	eximia	Isabelleana	araucana	Vilardeboana	Bertheloti	Baconica	rarescens	concinna	orbicularis	opercularis	turbo	patelliformis	pileolus	tabernacular.	Parisiensis	obtusa	pulvinata	valvulata	ventricosa	Saulcii	biconcava	corrugata	vivipara	inaequalis	decorata	limbata	limb.denticul.	obconica	tuberculata
0— 99	13 101a		18				37		18 101a			101a	18	101a 104a		37		18 101a	13			13	13	18		13		86	55 86				18			13	13 104a					18	
100— 499	66 90		53 65 66 67		53	65	65 66 67 55a	65	66 90	66	66	66 90	66 90	66 90	66	90	65 90	90	66 90	90	90	66 90	65 66 90	66 90	66	65 90	66	65 66	65 66 90	66	55a	66				66 90 55a	55a 65 66	66 90	66 90	55a 66 90	55a	66	66
500— 999	17 103 116	17	17	103		17	17		17 116				17	17 103			116	17	103	17 103	17		17									17		17 116	103		17		17	17			
1000—1999	59 86a 87b		59 86a 87b 130						87b				59 86a 130	59 87b		86a 87b		59	59 87b	87b												130				87b	87b						
2000—2999	58		58										129	58 118 129				78	78																								
3000—3999	10 36 102 156		50 79 102 127										102	10 36 102 127				10 80	127										80														
4000—4999	85												85 95										157																				
5000—6000													92	9																													

Meter Tiefe	Truncatulina lobatula	Wüllerstorfi	rosea	tenuimargo	Ackneriana	pygmaea	Dutemplei	refulgens	culter	Haidingeri	tenera	reticulata	Robertsonian.	echinata	praecincta	humilis	variabilis
0— 99	13 101a 18 104a 37	37 86 101a		18				18 37		37		101a			37 152	101a	18 37
100— 499	65 90 66 67 55a	65 90 66 53 55a	90	53 66 90	66 67	53 65 66 90	55a 65 66	65 66 90		66		65 66	66 90	66	65 66 101a	65 66	66 90
500— 999		116			116	17 116	17		87			17	17			116	
1000—1999	59	59 130 87b		86a		59	59 86a 87b 130	59	86a 87b 130	59 87b 130			86a 87b			130	87b
2000—2999		96				129	58 129	58		127			58		58	78	
3000—3999	10 36	102				74 80 156 162	80 142 156	80 142		156 162		36				80	102
4000—4999						85 144					141						
5000—6000	92 140																

Meter Tiefe	Pulvinulina repanda	concamerata	Schreibersi	Partschiana	elegans	umbonata	nana	Menardii	Brongniarti	fimbriata	pauperata	lateralis	Canariensis	Patagonica	tumida	Haueri	concentrica	oblonga	auricula	scabra	Micheliniana	crassa	patella	favus
0— 99	18	18			18			13 18 101a		18		18	18		18		18	37		13 37 101a 104a	37			37
100— 499	55a 90	90	66 90	66	65 66 90 148	66	66	65 66 90	66 90				65 66	90	90	66 90		66 90	90	65 90	66 67 90		66	65 66
500— 999	17 103 116	87	17 116		17			17 87 103		17			17 87 103 116	17	17 103						17 103 116	17 103 116		
1000—1999	59 86a 130		70 87b	87b	87b			86a 87b 104 130					59 87b 130	59	59 87b 130	59 86a 87b				87b 130	59 87b	59 130		
2000—2999	58 78 107		55 58			96 118		96 107 129					58 129	118	58 107	58					58 78 118	78 118 129		
3000—3999	10 36 74 80 102 127 156		36 79 80		102 127			10 36 102 127 154 156 162			80		10 36 50 80 102 142 162	10	36 79 102 108 162	142					10 127 36 50 142 74 156 79 102	10 127 36 50 142 74 156 79 80 102		
4000—4999	85 144		95					85 95	95				85		95			95			85 144 125 141	70 144 125 141		
5000—6000	9	3						9 92					9 92		9			92			3 9	3 9		

Meter Tiefe	Rotalina								Calcarina	Nonionina								Polystomella				Amphistegina					Heterostegina		Operculina			Polytrema	Carpenteria				Rupertia
	Beccarii	Soldanii	orbicularis	Broeckhiana	Schroeteriana	venusta	dentata	calcar	Spengleri	communis	scapha	turgida	stelligera	asterizans	pompilioides	Boueana	depressula	umbilicatula	crispa	macella	craticulata	striatopunctata	maculata	foveolata	mammillata	Hauerina	Lessoni	depressa	curva	ammonoides	complanata	granulosa	miniaceum	utricularis	balaniformis	monticularis	raphidodendron	stabilis
0— 99	37 38				101a	37	104a	86	37		18		101a				101a		37 86	18 37 44c				18 86	18	18 86	18 86 13		86	101a	101a	101a	13 86	13 18	18	18	18	13 18 86
100— 499		66 90	66 90	90				65 67	38 65	66 90	66 55a 90	90	66 90	90	65 66 90	66 67 90	90 55a	66	65 66	66	65	90	65	65		66	66	65 66		66 90	65 66		65 66	65 66		66		65
500— 999		17 103	17		103						17	17	17		17		103																					
1000—1999	130	59 87b 130	87b		86a						59 87b	87b	59 130		87b 103		87b 59 130																					
2000—2999	58 70	58	96								58		58 129		129																							
3000—3999	10	102 127	79 156										102		50		10	102																				
4000—4999	141	70 141	70 125 141												70	85	70											95										
5000—6000			3 92														92									135												

Rückblick.

Das Reiseziel und der Forschungsplan der Gazelle erstreckte sich nur nebensächlich auf die Gewinnung von Foraminiferen-Material. Die zur Untersuchung auf Foraminiferen mitgetheilten Meeresgrund-Proben sind der Masse nach auch grösstentheils sehr unbedeutend. Sie sind aber der Zahl nach nicht wenige, entstammen sehr verschiedener Tiefe und vertheilen sich auf die verschiedensten Regionen des Weltmeeres. Eine gedrängte Uebersicht über die hieraus sich ergebenden Vorkommensbesonderheiten soll desshalb vorliegende Arbeit abschliessen.

Tiefenzone von 0 bis 99 Meter.

Station 13, 18, 37, 44 a bis e, 86, 101 a, 104 a, 150, 151, 152.

Die Proben sind von Station 13, 18, 37 lockerer, körniger Sand, 86 abgeriebener Kalkkörnersand von Fragmenten, 101 a schmutzig graubrauner, 104 a mergeliger Sand, von 150 ist der Sand schwarzgrün, 151 ungleich körnig, 152 schmutziggrau. Die Proben von 44 a bis e sind Mulm oder Filz, oder beides.

Während die Proben von 44 a bis e als Niederschlag ruhiger Buchten von den übrigen Proben sehr verschiedene Formen von Lebewesen bergen, tritt in den anderen Proben mehr oder minder der Charakter in lebhafter Fluthbewegung zertrümmerter und erhaltener Gehäuse kleinster Meeres-Bewohner vor Augen.

Die Proben von 44 b, d, e enthalten gar keine Foraminiferen, a und c nur vereinzelnte. In den Proben von 150, 151, 152 erscheinen sie selten und vereinzelnt, etwa 20—25 finden sich auf 1 ☐ Centimeter Fläche in den Proben von 37, 101 a und 104 a, die Probe von Station 13 hat 150, die von 18 sogar 260 Foraminiferen.

Im Vergleich zu anderen Tiefenzonen ist für die Zone von 0—99 Meter das Vorkommen der Foraminiferen als ein wenig zahlreiches zu erachten.

Station 44 a bis e hat ungleichen Reichthum an Diatomeen, Spongiennadeln, auch Radiolarien; Station 86 nur grössere Formen von Foraminiferen zwischen Zerreibungsstücken von Conchylien, Bryozoen u. dgl.; die Stationen 13 und 18 zeigen die Foraminiferen vergesellschaftet mit Pteropoden, Radiolarien, Ostrakoden, ebenso, aber in minderer Zahl, die Stationen 101 a und 104 a.

Die Zahl der Foraminiferenarten dieser Tiefenzone ist eine erhebliche und beziffert sich vorzugsweise aus Globigerina mit 13, Pulvinulina 13, Discorbina 12, Miliolina 11, Truncatulina, Bolivina je 8, Haplophragmium 5, Amphistegina, Carpenteria je vier Arten u. s. w.



Tiefenzone von 100 bis 499 Meter.

Station 38, 53, 64, 55 a, 56, 65, 66, 67, 90, 148, 149.

Die Proben von Station 38, 54. 149 sind mehr oder weniger lockerer Sand, von 53 feiner, lockerer Mulm, 55 a feinfaseriger Filz, 56 sandiger Schlamm, 65 körniger Riffkalksand aus Fragmenten, 66, 67 feinkörnig gebackener Zerreibungssand, 90 feiner Sand, 148 grünlich-grauer Sand.

Die Proben dieser Zone enthalten mehr Foraminiferen, als die in vorhergehender Zone. Es findet sich ein Foraminiferenstand von 200—300 auf 1 □ Centimeter Fläche, der Artenreichthum ist sehr beträchtlich, die Vergesellschaftung mit anderen mikroskopischen Lebeformen ist reichlicher und mannigfaltiger.

Sandarten sind das vorherrschende Material dieser Zone. Die Probe von Stat. 53 hat 250 Foraminiferen mit 100 Diatomeen, 10 Radiolarien; St. 55 a hat 350 Foraminiferen mit 300 Diatomeen, 10 Ostrakoden; Stat. 66 hat 300 Foraminiferen mit 20 Radiolarien, 8 Ostrakoden; Stat. 67 hat 60 gut erhaltene Foraminiferen mit 6 Pteropoden, 6 Radiolarien, 4 Ostrakoden; St. 90 hat 300 Foraminiferen, 5 Pteropoden, 1 Diatomee.

Die Foraminiferenarten dieser Zone sind: Miliolina mit Biloculina, Spiroloculina 50, Articulina mit Cornuspirina 9, Lagena 32, Nodosaria 13, Cristellaria 7, Bolivina 21, Bulimina 15, Textularia 12, Virgulina 5, Verneuilina 4, Cassidulina 5, Uvigerina 14, Polymorphina 4, Siphogenerina 5, Globigerina 19, Discorbina 20, Anomalina 4, Truncatulina 15, Pulvinulina 19, Rotalina 4, Nonionina 7, Spirillina 7, Polystomella 4, Amphistegina 4, Rheophax 4, Haplophragmium 5, Trochammina 5 u. s. w.

Tiefenzone von 500 bis 990 Meter.

Station 17, 55, 87, 88, 103, 116.

Die Probe von St. 17 ist mergeliger Sand, 55 flockiger Diatomeenmulm, 87 Kreideschlamm, 88 sandiger Mulm, 103 feinkörniger Schlamm-Mergel, 116 sandiger Schlamm-Mergel.

Der Gehalt der Proben an Foraminiferen gleicht so ziemlich der Stückzahl nach dem der vorherbeschriebenen Tiefenzone.

Die Probe von St. 87 hat 200 Foraminiferen, ebenso, nebst Spongiennadeln und einigen Radiolarien, die Probe von St. 88; St. 103 hat 280 Foraminiferen und 10 Radiolarien, St. 116 hat 300 Foraminiferen nebst 8 Radiolarien, 20 Pteropoden, 2 Ostrakoden, St. 17 hat 600 Foraminiferen nebst 36 Pteropoden, 40 kleinen Conchylien, 10 Spongolithen, 6 Ostrakoden. Die Probe von St. 55 ist reich an Diatomeen, arm an Foraminiferen und Radiolarien. Die Foraminiferenarten dieser Zone sind 22 Arten von Globigerina, 16 Lagena, 11 Pulvinulina, 11 Discorbina, 10 Bulimina, 8 Bolivina, 8 Truncatulina, 7 Miliolina, je 5 Anomalina, Nodosaria, Uvigerina, je 4 Biloculina, Textularia, Nonionina u. s. w.

Tiefenzone von 1000 bis 1999 Meter.

Station 59, 86 a, 87 b, 104, 130.

Die Proben 59 und 86 a sind mulmiger, feiner Kreideschlamm, 104 ist hellgrauer feinkörniger Mergel. Die Probe 87 b ist Rückstand einer Schlämmung, die Probe 130 ist aus einem Bimssteinknollen ausgeschlämmt.

Der Gehalt an Foraminiferen ist in der Probe 104 ein sehr geringer, nur 25 Foraminiferen mit 5 Radiolarien und 7 Diatomeen. Die Probe von Stat. 86 a hat aber 400, die an kleinsten Formen ungewöhnlich reiche Probe von Station 59 hat sogar 3600 Foraminiferen nebst 20 Radiolarien.

Der Artenreichthum ist nicht unerheblich. Es sind aus dieser Zone von Arten 22 Lagena, 19 Globigerina, 12 Pulvinulina, 11 Miliolina mit Spiroloculina, 11 Truncatulina, 10 Bulimina, 8 Bolivina, je 6 Nodosaria, Uvigerina, Discorbina, je 4 Rotalina, Nonionina gezählt.

Das Ergebniss der Untersuchung von der als Schlämmrückstand gegebenen Probe 87 b verweist diese Zone mit Probe 59 in das eigentliche Foraminiferengebiet, denn auf 1 □ Centimeter Fläche fanden sich in dieser Probe mit 840 Foraminiferen 200 Pteropoden, 80 Radiolarien, 50 Ostrakoden.

Tiefenzone von 2000 bis 2999 Meter.

Station 58, 78, 96, 107, 118, 129.

Die Proben der Stationen 58, 78 sind weisser, kreidiger Globigerinenschlamm, 107 ebenso aber etwas röthlich-weiss; die Probe von 96 ist hellgrauer Mergel, von 129 hellrothbrauner, feiner Sand, die Probe von St. 118 ist geschlämmter Rückstand.

Nach dem Gehalte an Foraminiferen steht in dieser Zone die Probe von Stat. 58 mit 2400 Foraminiferen, 10 Radiolarien, 5 Diatomeen oben an. Mit 1200 Foraminiferen und wenigen Radiolarien folgt dann die Schlämmprobe von St. 118. Die Probe von Stat. 129 enthält nebst 410 Foraminiferen 110 Radiolarien und 10 Diatomeen. Die Probe von Stat. 78 hat 250 Foraminiferen, keine Radiolarien; in der Probe von St. 96 finden sich gleiche Zahl von Foraminiferen und Diatomeen, je 60, nebst 45 Radiolarien. In der Probe von St. 107 wurden nebst 100 Foraminiferen 25 Radiolarien gezählt.

Der Artenreichthum geht in dieser Zone bedeutend zurück. Es wurden an Arten aufgefunden: 16 Globigerina, 11 Pulvinulina, 9 Truncatulina, 6 Lagena, 5 Bolivina, 4 Discorbina u. s. w.

Tiefenzone von 3000 bis 3999 Meter.

Station 10, 26, 36, 50, 74, 79, 80, 97, 102, 108, 127, 142, 154, 162.

Die Probe von Station 10 ist chokoladebrauner Schlamm, von Stat. 26 Sand, von 36, 74, 79, 80, 127, 142 mulmiger, kreidemehlartiger weisser Globigerinenschlamm, von Stat. 50, 154, 162 hellgrauer Schlamm-Mergel, von St. 97 grünlich-schwarzer Schlamm, von 102 graugrüner Sandmergel.

In der Mehrzahl dieser Proben sind Foraminiferen in beträchtlicher Zahl gefunden worden. Die Probe von Stat. 127 hat 1600 Foraminiferen nebst 50 Radiolarien, die Probe von St. 162 hat 1500 Foraminiferen. Stat. 79 hat 1100 Foraminiferen nebst 11 Radiolarien; Stat. 50 hat 900 Foraminiferen nebst 90 Diatomeen, 30 Radiolarien. In der Probe von St. 142 sind 800 Foraminiferen, 80 Radiolarien, 10 Diatomeen; St. 36 hat 450 Foraminiferen, 10 Radiolarien, selten Diatomeen; Stat. 10 hat 360 Foraminiferen mit wenigen Radiolarien und Diatomeen. Bemerkenswerth ist, dass die Probe von St. 108 an Foraminiferen und an Radiolarien die gleiche Zahl 380 lieferte. Die Probe von St. 102 hat 350 Foraminiferen und 10 Radiolarien, St. 74 hat 250 Foraminiferen, 6 Radiolarien, 5 Diatomeen, Stat. 80 hat 300 Foraminiferen und 3 Radiolarien. Nur wenige Foraminiferen fanden sich in den Proben der Stationen 26 und 97, Station 154 hatte wenige Foraminiferen mit einigen Radiolarien und Diatomeen.

Zu dem grossen Reichthum an Individuen, welchen diese Zone mit ihren meist ruhigen Schlickbildungen darbietet, verhält sich der Artenreichthum der Foraminiferen als ein geringer. Es wurden an Arten gezählt 18 Globigerina, 13 Lagena, 11 Pulvinulina, 9 Truncatulina, je 5 Miliolina, Discorbina, je 4 Biloculina, Virgulina, Bolivina u. s. w.

Tiefenzone von 4000 bis 4999 Meter.

Station 68, 69, 71, 85, 95, 105, 125, 137, 141, 143, 144, 156, 157.

Von den Proben dieser Zone sind die von Stat. 68, 69, 71, 85 getrockneter, kreidemehlartiger Schlick, aber von Stat. 68, 69, 71, 85 enthalten sie keine, oder fast keine erhaltenen Foraminiferengehäuse, Bruchstücke häufig. Von Stat. 95 sind zwei Proben vorhanden, eine obere Schichte und eine untere, welche 65—180 Foraminiferen, 45—40 Radiolarien, 12—15 Diatomeen enthalten. Der hellgraue, feine Mergel von St. 105 hat keine Foraminiferen. Der Kreideschlamm von St. 125 lässt 20 erhaltene Foraminiferen, 5 Radiolarien, 2 Diatomeen zählen, von St. 141 lassen sich 110 Foraminiferen, 10 Radiolarien, 5 Diatomeen erhalten erkennen. Die Probe von St. 137 ist brauner Thonschlamm mit ganz seltenen Foraminiferen. Die Probe von St. 143 ist röthlich-brauner Staub und enthält nebst vielen Bruchstücken 75 Radiolarien, 25 Foraminiferen, 5 Diatomeen. Der rothbraune Schlamm von St. 157 lässt unter vielen Gehäusetrümmern etwa 6 kleinste Foraminiferen erhalten finden. Auffallend erscheint in dieser Zone die Probe von St. 156 als blassröthlicher Kreideschlamm mit 400 erhaltenen Foraminiferen nebst seltenen Radiolarien und Spongiennadeln.

Die Arten sind spärlich vertreten mit 11 Globigerinen, 9 Pulvinulinen, je 3 Rotalina, Lagena, Virgulina.

Tiefenzone von 5000 bis 6000 Meter.

Station 3, 9, 83, 92, 94, 140, 158, 159.

Von den Proben dieser Zone sind die von Station 3 feiner Mergelsand, 9 feiner Mulm, 83 graubrauner, 159 feinkörniger Schlamm-Mergel, 92 Globigerinenschlamm, 140 und 158 brauner Schlamm, von St. 94 sind zwei Proben gegeben, aus oberer und unterer Schicht, die eine feiner Thon, die andere grauer Mergel.

Die Probe von Station 92 hat auffallender Weise 300 Foraminiferen mit 80 Radiolarien, die übrigen Proben enthalten ganz wenige oder keine Foraminiferen.

Die Foraminiferenarten sind mit 16 Globigerina und 9 Pulvinulina vertreten.

Die Bezeichnung der aufgezählten Proben als Mergel, Schlamm, Thon, Sand u. s. w. ist dem Ansehen entnommen, in welchem sie in getrocknetem Zustande sich bieten. Die Zahlenverhältnisse der gefundenen Foraminiferen, Radiolarien u. dgl. wurden nach der Zählmethode an nicht geschlämmten Untersuchungsproben bestimmt, wie diese eingangs geschildert ist. Bei stark mulmigen Einhüllungen wurde zur Auslösung zuweilen Glycerin zu Hilfe genommen. Die Zahlen selbst sind überhaupt bloss annähernd zutreffend und sollen nur zur beiläufigen Vergleichung dienen.



Berichtigungen.

Stationenkarte: Stat. 74 Tiefe **3968** statt 4968.
Tafel I Seite 26 (218) Figur **52** statt 55.
Seite 28 (220) Zeile 10 von oben: **Saum** statt Raum.
Seite 40 (232) Miliol. amygdaloides Beschreibung dritte Zeile: **zarten** statt zweiten.
Seite 44 (236) Miliol. subrotundata **Montagu** statt Monsaga.
Seite 62 (254) Pelosina rotundata Taf. XI **59. 60** statt XI. 60.
Seite 69 (261) Haplophr. cassis Gazelle Westl. Afrika **St. 18** statt 68.
Seite 110 (302) vierte Zeile von unten **Kielsaum** statt Kielraum.
Seite 111 (302) Cassidulina crassa Westafrika **St 17** statt 27.
Seite 121 (313) Uvigerina interrupta Westl. Australien **87 b** statt 87.
Seite 128 (320) dritte Figur links oben **26** statt 20.
Seite 129 (321) Taf. X Fig. **100 Lagena Feildiana;**
101 Gromia oviformis von der Seite;
102 „ „ vom Rande.
Seite 137 (329) Lagena acuticosta Kerguelen **St. 55 a** statt 55.
Seite 140 (332) Lagena semimarginata Kerguelen **St. 55 a** statt 35.
Seite 169 (361) Globigerina pachyderma, Gazelle einzuschalten **Stat. 140** nach „zwischen Australien und Südamerika".
Seite 170 (362) Globiger. bulloides: Gazelle: zwischen Madeira und Cap Verdeinseln **Stat. 9** statt 3.
Seite 170 (362) Globiger. bulloides **Stat. 140** statt 140 a.
Seite 171 (363) Globig. concinna Gazelle: **Stat. 53** statt 52. Stat. 86 a und **87 b.**
Seite 178 (370) Globig. triloba Gazelle: Oestlich Australien **St. 116** einzuschalten; Kerguelen 55 — einzuschalten **640 M.**
Seite 179 (371) Globig. glutinata Gazelle: Neuguinea **St. 101 a** statt 111 a.
Seite 184 (376) Tafelerklärung XIV 22 **mediterranensis** statt mediterranea.
Seite „ „ Sphaeroid. dehiscens Gazelle: Fidschi-Inseln **St. 127** statt 27.
Seite 191 (383) Discorb. rugosa **St. 86 a** statt 86.
Seite 195 (387) Discorb. Vilardeboana Gazelle: Neuamsterdam St. 59 b — **1485 M.** statt 485 M.
Seite 211 (403) Truncatul. praecincta Gazelle: Mauritius **St. 65** statt 63.
Seite 252 (444) **Ammodiscus** statt Ammadiscus.
Seite 256 (448) **Glandulina** statt Glaudulina.

Telegraphische Längenbestimmungen

für die

Königliche Sternwarte zu Bogenhausen

II. Theil.

Von

Carl von Orff.

Der I. Theil dieser im Auftrage des verstorbenen Professors von Lamont und im Anschlusse an die durch Prof. von Oppolzer geleiteten Arbeiten der K. u. K. österreich. Gradmessung ausgeführten Längenbestimmungen ist im Jahre 1888 im Verlag der K. bayer. Kommission für die internationale Erdmessung (in Kommission des G. Franz'schen Verlags, J. Roth) in München erschienen.

Längenbestimmung **Wien-Bogenhausen-Mailand.**

Die Beobachtungen wurden in Wien auf dem östlichen Pfeiler des auf der Türkenschanze errichteten Gradmessungs-Observatoriums durch Professor von Oppolzer ausgeführt, wobei dasselbe Passageninstrument von Pistor und Martins, an welchem auch bei den im I. Theile gegenwärtiger Publication beschriebenen Operationen beobachtet worden war, zur Verwendung kam. In Bogenhausen beobachtete ich wie im Vorjahre an dem auf dem Mittelpfeiler der Sternwarte aufgestellten Ertel'schen Passageninstrumente. Das in Mailand benützte Repsold'sche Passageninstrument war in einem in dem dortigen Botanischen Garten nächst der im Palazzo Brerà befindlichen Sternwarte errichteten Pavillon aufgestellt und wurden die Beobachtungen von Herrn Professor Celoria ausgeführt. Die Details über den Antheil der Mailänder Sternwarte sind in der Abhandlung „Resoconto delle operazioni fatte a Milano ed a Padova nel 1875 etc. etc.“ (Milano. Ulrico Hoepli. 1879) ausführlich angegeben.

Die Anordnung und Ausführung der für die Zeitbestimmung nöthigen Beobachtungen blieb dieselbe wie bei den im I. Theile beschriebenen Operationen; statt der im Vorjahre getroffenen Anordnung zweier Signalwechsel, — vor Beginn und nach Schluss der Durchgangsbeobachtungen jedes Abendes, — wurde dieses Mal nur ein einziger Zeichenwechsel und zwar nahezu in der Mitte der zur Zeitbestimmung dienenden Beobachtungen ausgeführt; zuerst wechselten Wien und Bogenhausen und gleichzeitig Padua und Mailand, dann Wien und Padua und gleichzeitig Bogenhausen mit Mailand und endlich noch Wien unmittelbar mit Mailand Signale. Zur Zeitbestimmung wurden wieder ausschliesslich Sterne des Oppolzer'schen Gradmessungs-Cataloges verwendet. Bei der Berechnung der Resultate wurde jedoch ein etwas verschiedenes Verfahren eingeschlagen, in welcher Beziehung nachfolgend einige Erläuterungen gegeben werden sollen.

Auf den von Seite der italienischen Herrn Theilnehmer an der Operation kundgegebenen Wunsch wurden die Berechnungen für die Stationen Wien und Bogenhausen bald nach dem Abschlusse der Beobachtungen in Angriff genommen, so dass ich damals die Ergebnisse der erst später durchgeführten Untersuchungen über die Biegung der horizontalen Drehungsaxe des Fernrohres noch nicht in Rechnung nehmen konnte. Um jedoch etwaige Irrthümer und Zweideutigkeiten in den Endresultaten auszuschliessen, erscheint es angemessen, an den in der oben erwähnten italienischen Abhandlung bereits publicirten Zahlen fest zu halten, da eine Neuberechnung der Längenbestimmung Wien-Bogenhausen-Mailand das Resultat nur um Grössen ändern könnte, welche weit unterhalb der den Beobachtungen eigenthümlichen Genauigkeitsgrenze liegen. Die in Rede stehende

60*

Biegungs-Correction beträgt nämlich, — wenn f die Biegungs-Constante bezeichnet, — nach „Längenbestimmungen" I. Theil pag. 9: $+ f \frac{\text{Cos } z}{\text{Cos } \delta}$ bei Ocular Ost und $- f \frac{\text{Cos } z}{\text{Cos } \delta}$ bei Ocular West; sie tritt in zweifacher Weise in die Reduction der Beobachtungen ein, indem sie einerseits die Bestimmung des Collimationsfehlers beeinflusst und andererseits der Neigungs-Correction einen weitern Betrag hinzufügt; beide Einwirkungen sind stets von entgegengesetztem Vorzeichen und hebt sich ihr Einfluss in den Mittelwerthen einer Zeitbestimmungsgruppe oder sämmtlicher Beobachtungen eines Abends nahezu vollständig auf, wie nachfolgende kurze Betrachtung zeigt.

Zur Ermittelung des Collimationsfehlers hat man bekanntlich:

$$t_w + c \sec \delta = t_o - c \sec \delta;$$

bezeichnet man mit Δc die durch Berücksichtigung der Biegung bedingte Verbesserung des Collimationsfehlers, so geht diese Gleichung in

$$t_w - f \text{Cos } z \sec \delta + (c + \Delta c) \sec \delta = t_o + f \text{Cos } z \sec \delta - (c + \Delta c) \sec \delta$$

über und subtrahirt man von dieser Gleichung die erstere, so bleibt

$$- f \text{Cos } z \sec \delta + \Delta c \cdot \sec \delta = f \text{Cos } z \sec \delta - \Delta c \cdot \sec \delta$$

oder

$$\Delta c = f \text{Cos } z.$$

Die in Rechnung zu nehmende Collimation eines bestimmten Abendes wäre demnach um einen nahezu der durchschnittlichen Zenithdistanz z_p der treffenden Polsterne entsprechenden Betrag $\pm f \text{Cos } z_p$ zu verbessern.

Die ohne Rücksicht auf die Axenbiegung berechnete Collimations-Correction eines Zeitsternes ist sohin um $\pm f \text{Cos } z_p \sec \delta$ zu vermehren; gleichzeitig würde aber je nach der Lage des Oculars der mit der Neigungs-Correction zu verbindende Betrag $\mp f \text{Cos } z \sec \delta$ auftreten, d. h. die Summe der an der Beobachtung eines Zeitsternes anzubringenden Reductionen wäre um $\pm f \sec \delta (\text{Cos } z_p - \text{Cos } z)$ zu verbessern. Bedenkt man nun, dass die mittlere Zenithdistanz der beobachteten Zeitsterne des Oppolzer'schen Verzeichnisses sehr nahe mit dem Mittel der Zenithdistanzen der benützten Polsterne übereinstimmt, während $\sec \delta$ sich nur unbedeutend von der Einheit entfernt, so wird man mit sehr grosser Näherung

$$f \Sigma [\pm \sec \delta (\text{Cos } z_p - \text{Cos } z)] = 0$$

annehmen können, d. h. die Weglassung oder Anbringung der Biegungs-Correction an den Durchgangsbeobachtungen wird das Mittel der Uhr-Correctionen oder die den Längenbestimmungen zu Grunde liegenden Uhrstände für die mittleren Zeitmomente der einzelnen Abende nur um Beträge ändern, welche vernachlässigt werden können.

Die Präcision der chronographischen Registrirungen ist dieselbe wie bei den Beobachtungen im Jahre 1874. Der mittlere Fehler der Registrirung eines einzelnen Fadenantritts beträgt nämlich für die Zeitsterne $\pm 0,^s100$, — sohin für das Mittel aus 15 Fäden $\pm 0,^s0258$, — für Polstern M $\pm 0,^s74$, für A $\pm 0,^s77$, für G $\pm 0,^s53$, für B $\pm 0,^s57$, für C $\pm 0,^s70$ und für H $\pm 0,^s46$. —

Die Berechnung der Azimuthe und der Uhr-Correction wurde jedoch nicht wie bei den Längenbestimmungen im Jahre 1874 unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführt; es wurde vielmehr hiebei, in Uebereinstimmung mit dem von den Herrn Prof. Celoria und Lorenzoni eingehaltenen Verfahren, wie folgt vorgegangen.

Bezeichnet man die bezüglich Federparallaxe, Collimation (incl. der täglichen Aberration) und Neigung (mit Berücksichtigung der ungleichen Zapfendicke) verbesserte und auf den mittleren Zeitmoment des Abends reducirte Durchgangszeit eines Zeitsternes von der geraden Aufsteigung α_i mit t_i, mit u die Uhr-Correction für den mittlern Beobachtungsmoment und endlich mit k_i den Faktor der Correction wegen des Azimuths a, so liefert jeder beobachtete Durchgang, abgesehen von den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, eine Gleichung von der Form:

$$t_i \pm d + u + k_i a - \alpha_i = \emptyset.$$

Addirt man die den Zeitsternen einer Zeitbestimmungsgruppe entsprechenden Gleichungen und dividirt die erhaltene Summe durch die Zahl der in der Gruppe beobachteten, gleichmässig auf beide Instrumentlagen vertheilten Sterne, so ergibt sich, — wenn t_m, k_m, α_m die Mittelwerthe von t_i, k_i und α_i bezeichnen, — da dann die sogenannte physiologische Differenz $\pm d$ ausfällt: $t_m - \alpha_m + u + k_m a = \emptyset$.

Der in beiden Lagen des Instrumentes beobachtete Polstern gibt eine analoge Gleichung:

$$t_p - \alpha_p + u + k_p a = \emptyset.$$

Subtrahirt man die beiden letzten Gleichungen, so erhält man:

$$(k_m - k_p) a + (t_m - \alpha_m) - (t_p - \alpha_p) = \emptyset \quad \text{oder:}$$

$$a = -\frac{(t_m - \alpha_m) - (t_p - \alpha_p)}{k_m - k_p}$$

und nach dieser Gleichung wurden die jeder einzelnen Gruppe entsprechenden Azimuthe berechnet. Das einfache arithmetische Mittel der aus den einzelnen Gruppen gefolgerten Azimuthe wurde dann für den betreffenden Abend als constant angenommen. Eine Untersuchung über eine eventuelle, der Zeit proportionale Variation des Azimuthes im Laufe eines einzelnen Beobachtungsabendes ergab eine stündliche Aenderung von $+ 0{,}^s00219$, welche jedoch um so mehr unberücksichtigt bleiben konnte, als der Zeitabstand einer Beobachtung vom mittlern Zeitmomente eines Abendes 3^h niemals überschritten hat.

Obwohl im Allgemeinen auf allen vier Stationen die gleichen Sterne beobachtet wurden, so konnte es doch nicht fehlen, dass einzelne Sterne an einer oder der andern Station in Folge der Ungleichheit der Bewölkung einige Male ausfielen; um für diese Fälle den Einfluss ungenauer Sternpositionen auf ein Minimum herabzudrücken, wurden die Geraden Aufsteigungen des ursprünglichen Oppolzer'schen Cataloges (siehe I. Theil pag. 20) nach den Ergebnissen der Beobachtungen der vier Sternwarten verbessert; für die Positionen der Polsterne wurden jedoch die im I. Theile pag. 23 angegebenen, auf den Beobachtungen des Herrn Professor Dr. Becker am Berliner Meridiankreise beruhenden Correctionen, welche auch im ganzen I. Theile zur Anwendung gekommen sind, benützt. Der Ermittelung der Positions-Correctionen für die Zeitsterne liegt folgendes Verfahren zu Grunde: Das arithmetische Mittel der bei einer ersten Berechnung mit den Positionen des Oppolzer'schen „Provisorischen Cataloges" erhaltenen Uhr-Correctionen gibt einen ersten genäherten Werth für die definitive Uhr-Correction der einzelnen Abende; hiebei wurden jedoch die in den entgegengesetzten Lagen des Oculars erlangten Werthe der Uhr-Correction mit Rücksicht auf die sogenannte physiologische Differenz vollkommen getrennt gehalten, so dass man für jeden Abend einen der Lage „Ocular West" und einen zweiten der Lage „Ocular Ost" entsprechenden Werth der Uhr-Correction erhielt. Vergleicht man nun die aus den einzelnen Sternen erhaltenen Uhr-Correctionen mit dem

zugehörigen Mittelwerthe des treffenden Abendes, so ergibt sich für jeden der beobachteten Sterne der Betrag, um welchen man die in Rechnung gezogene Rectascension zu ändern hätte, um statt des treffenden individuellen Werthes der Uhr-Correction den Mittelwerth dieser Grösse zu erhalten. Die Mittelwerthe dieser Beträge, welche demnach die aus der Gesammtheit aller Beobachtungsabende gefolgerten Correctionen der Geraden Aufsteigungen der beobachteten Sterne darstellen, finden sich nun für die einzelnen Sterne und für jede der an der Operation theilnehmenden Sternwarten in der nachfolgenden Zusammenstellung in der Rubrik $\Delta\alpha$ aufgeführt, während die in der mit p überschriebenen Columne vorgetragenen Gewichte angeben, an wie vielen Abenden der treffende Stern beobachtet wurde. Die beiden letzten Rubriken enthalten dann die mit Rücksicht auf die Gewichte berechneten Mittelwerthe der Rectascensions-Correctionen $\Delta\alpha$ sowie die zugehörigen wahrscheinlichen Fehler dieser Werthe.

Zusammenstellung der für die Geraden Aufsteigungen der beobachteten Sterne erhaltenen Correctionswerthe.

Stern	W		B		M		P				Mittelwerth	
	$\Delta\alpha$ s	p	$\Delta\alpha$ s	p	$\Delta\alpha$ s	p	$\Delta\alpha$ s	p	$\Sigma(p\,\Delta\alpha)$ s	Σp	Corr. AR s	w. F. s
α Leonis	+0,032	5	—	—	—	—	—	—	+0,160	5	+0,032	±0,022
λ Hydrae	−0,112	4	—	—	—	—	—	—	−0,448	4	−0,112	0,025
ζ Leonis	+0,037	4	—	—	—	—	—	—	+0,148	4	+0,037	0,025
41 Leonis	+0,020	5	—	—	+0,002	1	—	—	+0,102	6	+0,017	0,020
37 Sextantis	−0,038	5	—	—	−0,030	1	—	—	−0,220	6	−0,037	0,020
l Leonis	+0,018	5	—	—	+0,028	1	—	—	+0,118	6	+0,020	0,020
δ Leonis	+0,012	11	−0,038	6	−0,007	10	−0,055	4	−0,386	31	−0,012	0,009
Φ Leonis	+0,007	11	+0,001	6	+0,011	9	+0,015	5	+0,257	31	+0,008	0,009
σ Leonis	+0,035	11	0,000	9	−0,001	10	+0,011	4	+0,419	34	+0,012	0,009
β Leonis	+0,034	9	+0,037	10	−0,007	9	−0,022	5	+0,503	33	+0,015	0,009
A^2 Virginis	−0,009	8	+0,013	9	−0,043	9	−0,058	4	−0,574	30	−0,019	0,009
π Virginis	+0,032	9	+0,044	9	+0,014	10	−0,014	5	+0,754	33	+0,023	0,009
η Virginis	+0,047	7	+0,050	9	+0,032	9	+0,054	4	+1,283	29	+0,044	0,009
f Virginis	−0,036	7	+0,001	8	−0,024	10	+0,017	8	−0,348	33	−0,011	0,009
ϱ Virginis	−0,010	7	+0,042	9	+0,030	11	−0,027	8	+0,422	35	+0,012	0,008
d^2 Virginis	−0,049	7	−0,013	9	−0,007	10	−0,064	6	−0,914	32	−0,028	0,009
Θ Virginis	+0,003	7	+0,003	10	+0,023	10	+0,059	9	+0,812	36	+0,023	0,008
β Comae	−0,040	9	−0,026	11	−0,050	10	−0,110	9	−2,136	39	−0,055	0,008
61 Virginis	+0,007	7	+0,004	10	+0,002	10	+0,051	7	+0,466	34	+0,014	0,009
α Virginis	+0,069	8	+0,040	10	+0,025	10	+0,141	6	+2,048	34	+0,060	0,009
l^2 Virginis	−0,048	5	−0.070	7	−0,052	7	−0,076	4	−1,398	23	−0,061	0,010
ζ Virginis	−0,023	7	+0,030	9	+0,059	7	+0,004	5	+0,864	28	+0,031	0,009
m Virginis	−0,034	5	−0,019	8	−0,008	7	+0,003	5	−0,363	25	−0,014	0,010
τ Virginis	+0,002	5	−0,023	6	+0,021	6	−0,074	4	−0,298	21	−0,014	0,011
95 Virginis	−0,008	5	−0,050	4	−0,014	5	+0,051	4	−0,106	18	−0,006	0,012
ϰ Virginis	−0,008	5	−0,043	6	−0,044	3	+0,020	3	−0,370	17	−0,022	0,012
α Bootis	−0,042	4	−0,060	7	+0,037	2	—	—	−0,514	13	−0,039	0,014
ε^2 Bootis	−0,033	3	—	—	—	—	−0,067	7	−0,568	10	−0,057	0,016
α^2 Librae	0,000	4	—	—	—	—	+0,005	7	+0,035	11	+0,003	0,015
ξ^2 Librae	−0,008	6	−0,010	1	—	—	+0,027	8	+0,158	15	+0,010	0,013
6 Serpentis	−0,038	6	−0,100	1	+0,015	1	−0,053	7	−0,684	15	−0,046	0,013
ε Librae	−0,080	6	−0,110	1	−0,070	1	−0,069	7	−1,148	15	−0,076	0,013
ζ Librae	0,000	5	−0,045	2	+0,080	1	+0,023	7	+0,151	15	+0,010	0,013
α Coronae	−0,040	7	−0,061	7	−0,027	1	−0,062	8	−1,230	23	−0,053	0,010

Stern	W Δα s	p	B Δα s	p	M Δα s	p	P Δα s	p	Σ(p Δα) s	Σp	Mittelwerth Corr. AR s	Mittelwerth w. F. s
α Serpentis	+ 0,021	9	+ 0,006	9	— 0,001	6	0,000	9	+ 0,237	33	+ 0,007	± 0,009
ε Serpentis	— 0,026	5	— 0,036	8	+ 0,009	8	+ 0,008	9	— 0,274	30	— 0,009	0,009
γ Serpentis	— 0,024	5	— 0,036	7	— 0,005	9	— 0,070	9	— 1,047	30	— 0,035	0,007
ε Ophiuchi	— 0,041	8	— 0,043	9	— 0,052	11	+ 0,097	9	— 0,414	37	— 0,011	0,008
γ Herculis	— 0,030	8	+ 0,021	8	— 0,021	11	— 0,018	9	— 0,465	36	— 0,013	0,008
ω Herculis	+ 0,097	7	+ 0,119	8	+ 0,091	11	+ 0,113	8	+ 3,536	34	+ 0,104	0,009
α Scorpii	— 0,046	8	—	—	— 0,059	4	+ 0,166	7	+ 0,558	19	+ 0,029	0,011
ζ Herculis	— 0,085	9	+ 0,046	8	— 0,046	10	— 0,098	1	— 1,691	28	— 0,060	0,009
20 Ophiuchi	— 0,042	9	+ 0,001	8	— 0,001	10	+ 0,075	1	+ 0,451	28	+ 0,016	0,009
49 Herculis	— 0,019	8	+ 0,093	6	+ 0,054	9	+ 0,026	1	+ 0,918	24	+ 0,038	0,010
α Herculis	+ 0,010	7	+ 0,040	7	+ 0,017	10	— 0,010	1	+ 0,510	25	+ 0,020	0,010
ν Serpentis	+ 0,037	6	+ 0,010	7	+ 0,042	10	+ 0,051	1	+ 0,763	24	+ 0,032	0,010
w Herculis	— 0,002	6	— 0,018	6	— 0,054	10	— 0,030	1	— 0,663	23	— 0,029	0,010
α Ophiuchi	+ 0,070	3	+ 0,060	1	+ 0,014	7	+ 0,025	1	+ 0,393	12	+ 0,033	0,014
μ Herculis	— 0,060	1	+ 0,010	1	— 0,033	5	—	—	— 0,215	7	— 0,031	0,019

In vorstehender Zusammenstellung sind die in dem Gradmessungs-Observatorium auf der Türkenschanze zu Wien erhaltenen Correctionen unter W, die in Bogenhausen, Mailand und Padua gefundenen Werthe aber in den beziehungsweise mit B, M und P bezeichneten Rubriken aufgeführt.

Die definitiven Werthe der Uhr-Correction für den mittleren Beobachtungsmoment jedes einzelnen Abendes wurden endlich erhalten, indem man statt der Positionen des provisorischen Catalogs die nach vorstehenden Resultaten verbesserten Rectascensionen der Zeitsterne einsetzte und schliesslich den Mittelwerth der durch die einzelnen Sterne gegebenen Uhr-Correctionen berechnete. —

Dem bei der Reduction in Rechnung genommenen Gang der Registrir-Uhr (Berthoud) liegt wie bei den vorhergehenden Längenbestimmungen der nächtliche Gang der Hauptuhr (Mahler) zu Grunde, welcher mittelst Durchgangsbeobachtungen von Sternen des Berliner Jahrbuches durch den Observator Feldkirchner am Meridiankreise der Sternwarte wie folgt bestimmt wurde.

Nächtlicher Gang des Mahler.

1875 Datum	Gang für 1^h s
3. Mai	+ 0,009
4. „	+ 0,014
5. „	+ 0,005
6. „	+ 0,004
9. „	± 0,000
11. „	— 0,005
12. „	— 0,003
13. „	— 0,003
14. „	— 0,002
15. „	+ 0,002
16. „	+ 0,005

In der folgenden Tabelle sind nun sämmtliche chronographische Vergleichungen der Berthoud'schen Registriruhr mit der Hauptuhr Mahler aufgeführt. Die unter der Rubrik „Provisorische Correction des Mahler“ vorgetragenen Zahlen geben die unter Berück-

sichtigung der vorstehenden nächtlichen Gänge und der mittleren Zeitmomente der treffenden Abende reducirten Angaben der Hauptuhr für die einzelnen Vergleichungen, während die Rubrik „Provisorische Correction des Berthoud“ die Reduktion der Berthoud-Angaben auf die von dem Einflusse des Uhrganges befreiten Mahler-Angaben enthält, aus welchen Zahlen sodann der absolute Gang der Registriruhr leicht gefolgert werden kann.

Ergebnisse der Vergleichungen der Pendeluhren Berthoud und Mahler.

1875 Datum	Mittlere Beob. Zeit		Zeitangabe von B			Zahl der Markirungen	Federparallaxe	Zeitangabe von M		Provisor. Correct. für M	Provisor. Correct. für B
	h	m	h	m	s			m	s		
							s			s	s
3. Mai	12	30	12	01	42,304	50	— 0,08	01	40,5	0,00	— 1,72
			13	55	02,626	50	0,11	55	00,5	+ 0,02	— 2,00
4. „	12	20	10	50	05,137	70	0,17	50	00,5	— 0,02	— 4,49
			11	57	35,244	50	0,13	57	30,5	— 0,01	— 4,62
			13	15	05,402	50	0,12	15	00,5	+ 0,01	— 4,77
			15	30	05,698	80	0,13	30	00,5	+ 0,04	— 5,02
5. „	14	45	12	08	07,592	50	0,10	08	00,5	— 0,01	— 7,00
			15	23	37,998	60	0,06	23	30,5	+ 0,01	— 7,43
6. „	14	00	11	58	09,966	70	0,025	58	00,5	— 0,01	— 9,45
			13	28	30,165	60	0,05	28	20,5	0,00	— 9,61
			15	32	10,389	50	0,045	32	00,5	+ 0,01	— 9,83
9. „	14	14	12	01	57,335	70	0,08	02	00,5	0.00	+ 3,25
			15	32	27,743	90	0,08	32	30,5	0,00	+ 2,84
			17	29	57,994	70	0,09	30	00,5	0,00	+ 2,60
11. „	14	30	12	01	30,712	140	0,09	01	30,5	+ 0,01	— 0,11
			13	40	00,957	60	0,09	40	00,5	0,00	— 0,37
			15	26	01,230	70	0,11	26	00,5	— 0,01	— 0,63
			16	27	31,382	90	0,11	27	30,5	— 0,01	— 0,78
12. „	13	52	11	59	59,678	60	0,09	60	00,5	+ 0,01	+ 0,92
			14	19	30,043	90	0,10	19	30,5	0,00	+ 0,56
			16	26	00,370	70	0,09	26	00,5	— 0,01	+ 0,21
13. „	14	30	11	59	22,159	70	0,08	59	20,5	+ 0,01	— 1,57
			14	16	22,384	50	0,085	16	20,5	0,00	— 1,80
			16	25	22,651	70	0,08	25	20,5	— 0,01	— 2,08
14. „	14	24	12	00	04,190	100	0,09	00	00,5	0,00	— 3,60
			14	15	04,392	60	0,09	15	00,5	0,00	— 3,80
			16	07	04,584	80	0,09	07	00,5	— 0,01	— 4,00
15. „	14	34	12	02	05.467	90	0,13	02	00,5	0,00	— 4,84
			14	15	35,608	80	0,14	15	30,5	0,00	— 4,97
			15	32	25,696	110	0,12	32	20,5	0,00	— 5,08
			16	27	05,796	70	0,115	27	00,5	0,00	— 5,18
16. „	14	13	12	01	57,351	80	0,10	02	00,5	— 0,01	+ 3,24
			14	17	27,500	100	0,10	17	30,5	0,00	+ 3,10
			15	31	27,580	90	0,08	31	30,5	+ 0,01	+ 3,01
			16	25	17.660	110	0,07	25	20,5	+ 0,01	+ 2,92

Aus den Daten dieser Tabelle folgen nun die nachstehenden Formeln für die Reduction (R) der Durchgangsbeobachtungen und der Signalwechsel auf die mittleren Zeitmomente der einzelnen Abende:

3. Mai 1875. $R = -0{,}1488^s\,(t - 12{,}50^h)$
4. „ „ $= -0{,}1074\,(t - 12{,}33) - 0{,}00230^s\,(t - 12{,}33^h)^2$
5. „ „ $= -0{,}1320\,(t - 14{,}75)$
6. „ „ $= -0{,}1100\,(t - 14{,}00) - 0{,}00136\,(t - 14{,}00)^2$
9. „ „ $= -0{,}1177\,(t - 14{,}23) - 0{,}00215\,(t - 14{,}23)^2$
11. „ „ $= -0{,}1512\,(t - 14{,}50)$
12. „ „ $= -0{,}1578\,(t - 13{,}87)$
13. „ „ $= -0{,}1160\,(t - 14{,}50) - 0{,}00580\,(t - 14{,}50)^2$
14. „ „ $= -0{,}1000\,(t - 14{,}40) - 0{,}00438\,(t - 14{,}40)^2$
15. „ „ $= -0{,}0840\,(t - 14{,}57) - 0{,}00745\,(t - 14{,}57)^2$
16. „ „ $= -0{,}0706\,(t - 14{,}22) - 0{,}00199\,(t - 14{,}22)^2$

Die hier zu Tage tretenden Veränderungen des Ganges der Registriruhr sind theils eine Folge der unvollkommenen Temperatur-Compensation des Rostpendels dieser Uhr, werden jedoch hauptsächlich durch die mit dem Quecksilber-Contact verbundenen Uebelstände hervorgebracht. Der Einfluss des Ganges dieser Uhr auf die Sicherheit der Resultate wird jedoch durch die Benützung der chronographischen Vergleichungen mit der Hauptuhr Mahler vollständig eliminirt. —

Es folgen nun die Ergebnisse der einzelnen Nivellirungen der Axe und die für die verschiedenen Zeiten in Rechnung genommenen Neigungen, welch' letzteren noch die im I. Theile (pag. 9) angegebene Correction wegen der Zapfenungleichheit, — nämlich + 0,"058 bei „Ocular West" und — 0,"058 bei „Ocular Ost", — beizufügen ist. —

Neigung der horizontalen Axe des Instrumentes ohne Berücksichtigung der Zapfenungleichheit und der Axenbiegung.

Beob. Zeit 1875			Beob. Ergebniss		in Rechnung gezogene Neigung			Beob. Zeit 1875			Beob. Ergebniss		in Rechnung gezogene Neigung		
Datum	h	m	p	s	für	bis	s	Datum	h	m	p	s	für	bis	s
					h m	h m							h m	h m	
3. Mai	11	06	+1,15	+0,106	11 06	11 28	+0,120	5. Mai	12	29	+1,80	+0,166	12 29	12 52	+0,152
	11	28	+1,45	+0,134	11 28	—	+0,134		12	52	+1,50	+0,138	12 52	—	+0,138
	11	55	+1,05	+0,097	11 28	11 55	+0,116		13	13	+1,90	+0,175	12 52	13 13	+0,157
	12	12	+1,25	+0,115	12 12	—	+0,115		13	24	+1,90	+0,175	13 13	13 24	+0,175
	12	29	+1,25	+0,115	12 29	12 52	+0,118		13	46	+1,90	+0,175	13 24	13 46	+0,175
	12	52	+1,30	+0,120	12 52	—	+0,120		15	03	+1,70	+0,157	13 46	—	+0,175
	13	13	+1,00	+0,092	12 52	13 19	+0,106		15	30	+1,85	+0,171	15 03	—	+0,157
	13	24	+1,00	+0,092	13 24	13 46	+0,101		15	37	+1,95	+0,180	15 03	15 30	+0,164
	13	46	+1,20	+0,110	13 46	—	+0,110		15	59	+1,80	+0,166	15 37	15 59	+0,180
									16	20	+1,80	+0,166	15 59	—	+0,166
4. „	11	06	+1,35	+0,125	11 06	11 28	+0,120						15 59	16 20	+0,166
	11	28	+1,25	+0,115	11 28	—	+0,115		16	35	+1,80	+0,166	16 35	16 59	+0,157
	11	55	+1,55	+0,143	11 28	11 55	+0,129		16	59	+1,60	+0,147	16 59	—	+0,147
	12	29	+1,65	+0,152	11 55	12 29	+0,147		17	17	+1,80	+0,166	16 59	17 17	+0,157
	12	52	+1,75	+0,161	12 29	12 52	+0,156								
	13	13	+1,50	+0,138	12 52	—	+0,161	6. „	11	06	+2,10	+0,193	11 06	11 28	+0,189
	13	24	+1,60	+0,147	12 52	13 13	+0,150		11	28	+2,00	+0,184	11 28	—	+0,184
					13 13	13 24	+0,143		11	55	+2,00	+0,184	11 28	11 55	+0,184

Beob. Zeit 1875			Beob. Ergebniss		in Rechnung gezogene Neigung		
Datum	h	m	p	s	für	bis	s
					h m	h m	
6. Mai	12	12	+2,00	+0,184	12 12	12 29	+0,187
	12	29	+2,05	+0,189	12 29	12 52	+0,191
	12	52	+2,10	+0,193	12 52	—	+0,193
	13	13	+2,00	+0,184	12 52	13 13	+0,189
	15	03	+1,75	+0,161	15 03	—	+0,161
	15	22	+1,75	+0,161	15 03	15 22	+0,161
	15	37	+2,10	+0,193	15 22	15 37	+0,177
	15	59	+2,05	+0,189	15 37	15 59	+0,191
					15 59	—	+0,189
	16	20	+1,90	+0,175	15 59	16 20	+0,182
	16	35	+1,90	+0,175	16 35	16 59	+0,171
	16	59	+1,80	+0,166	16 59	—	+0,166
9. „	11	06	+1,80	+0,166	11 06	11 28	+0,171
	11	28	+1,90	+0,175	11 28	—	+0,175
	11	55	+1,35	+0,125	11 28	11 55	+0,150
	12	29	+1,35	+0,125	11 55	12 29	+0,125
	12	52	+1,45	+0,134	12 29	12 52	+0,130
					12 52	—	+0,134
	13	13	+1,75	+0,161	12 52	13 13	+0,148
	13	24	+1,50	+0,138	13 13	13 24	+0,150
	13	46	+1,80	+0,166	13 24	13 46	+0,152
					13 46	—	+0,166
	14	07	+1,70	+0,156	13 46	14 07	+0,161
	15	28	+1,55	+0,143	15 28	15 59	+0,136
	15	59	+1,40	+0,129	15 59	—	+0,129
	16	20	+1.75	+0,161	15 59	16 20	+0,145
	16	35	+1,75	+0,161	16 35	16 59	+0,166
	16	59	+1,85	+0,171	16 59	—	+0,171
	17	17	+1,55	+0,143	16 59	17 17	+0,157
11. „	11	06	+1,70	+0,156	11 06	11 28	+0,138
	11	28	+1,30	+0,120	11 28	—	+0,120
	11	55	+1,60	+0,147	11 28	11 55	+0,134
	12	29	+1,90	+0,175	12 12	12 52	+0,168
	12	52	+1,75	+0,161	12 52	—	+0.161
	13	13	+1,50	+0,138	12 52	13 30	+0,150
	13	24	+1,50	+0,138	13 30	13 46	+0,147
	13	46	+1,70	+0,156	13 46	—	+0.156
	14	07	+1,85	+0,171	13 46	14 10	+0,164
	15	28	+1,75	+0,161	15 28	15 59	+0,152
	15	59	+1,55	+0,143	15 59	—	+0,143
	16	20	+1,20	+0,110	15 59	16 20	+0,127
	16	35	+1,20	+0,110	16 35	16 59	+0,110
	16	59	+1,20	+0,110	16 59	—	+0,110
	17	17	+1.45	+0,134	16 59	17 17	+0,122
12. „	11	06	+1,80	+0,166	11 06	11 27	+0,178
	11	27	+2,05	+0,189	11 27	—	+0,189
	11	55	+1,90	+0,175	11 27	11 55	+0,182
	12	29	+1,85	+0,171	12 12	12 52	+0,157
	12	52	+1,55	+0,143	12 52	—	+0,143
	13	13	+1,70	+0,156	13 13	13 24	+0,168
	13	24	+1,95	+0,180	13 24	13 46	+0,176
12. Mai	13	46	+1,85	+0,171	13 46	—	+0,171
	14	07	+1,60	+0,147	13 46	14 07	+0,159
	15	22	+1,80	+0,166	15 22	15 40	+0,166
	16	20	+1,90	+0,175	16 10	16 35	+0,170
	16	35	+1,80	+0,166	16 35	16 59	+0,170
	16	59	+1,90	+0,175	16 59	—	+0,175
13. „	11	28	+1,80	+0,166	11 28	—	+0,166
	11	55	+2,00	+0,184	11 28	11 55	+0,175
	12	30	+2,00	+0,184	12 30	12 52	+0,170
	12	52	+1,70	+0,156	12 52	—	+0,156
	13	12	+1,70	+0,156	12 52	13 12	+0,156
	13	25	+1,70	+0,156	13 12	13 25	+0,156
	13	46	+1,60	+0,147	13 25	13 46	+0,152
					13 46	—	+0,147
	14	06	+1,70	+0,156	13 46	14 10	+0,152
	15	21	+1,60	+0,147	15 21	15 59	+0,150
	15	59	+1,65	+0,152	15 59	—	+0,152
	16	20	+1,75	+0,161	15 59	16 20	+0,156
	16	36	+1,90	+0,175	16 36	16 59	+0,164
	16	59	+1,65	+0,152	16 59	—	+0,152
	17	16	+1,80	+0,166	16 59	17 16	+0,159
14. „	11	05	+1,75	+0,161	11 05	11 28	+0,172
	11	28	+2,00	+0,184	11 28	—	+0,184
	11	55	+1,85	+0,171	11 28	11 55	+0,178
	12	29	+1,85	+0,171	12 10	12 52	+0,157
	12	52	+1,55	+0,143	12 52	—	+0,143
	13	12	+1,75	+0,161	12 52	13 12	+0,152
	13	24	+1,80	+0,166	13 12	13 24	+0,164
					13 24	13 46	+0,166
	13	46	+1,80	+0,166	13 46	—	+0,166
	14	07	+1,50	+0,138	13 46	14 10	+0,152
	15	28	+1,60	+0,147	15 28	15 59	+0,154
	15	59	+1,75	+0,161	15 59	—	+0,161
	16	20	+1,80	+0,161	15 59	16 20	+0,164
	16	35	+1,80	+0,166	16 35	16 59	+0,161
	16	59	+1,70	+0,156	16 59	—	+0,156
	17	17	+1,50	+0,138	16 59	17 17	+0,147
	17	42	+1,70	+0,156	17 17	17 42	+0,147
15. „	11	06	+1,70	+0,156	11 06	11 27	+0,152
	11	27	+1,60	+0,147	11 27	—	+0,147
	11	55	+1,65	+0,152	11 27	11 55	+0,150
	12	29	+1,65	+0,152	12 10	12 52	+0,150
	12	52	+1,60	+0,147	12 52	—	+0,147
	13	12	+1,60	+0,147	12 52	13 12	+0,147
	13	24	+1,70	+0,156	13 12	13 24	+0,152
					13 24	13 46	+0,145
	13	46	+1,45	+0,134	13 46	—	+0,134
	14	07	+1,75	+0,161	13 46	14 10	+0,148
	15	19	+1,75	+0,161	15 19	15 59	+0,168
	15	59	+1,90	+0,175	15 59	—	+0,175
	16	20	+1,70	+0,156	15 59	16 20	+0,166

Beob. Zeit 1875			Beob. Ergebniss		in Rechnung gezogene Neigung			Beob. Zeit 1875			Beob. Ergebniss		in Rechnung gezogene Neigung		
Datum	h	m	p	s	für	bis	s	Datum	h	m	p	s	für	bis	s
					h m	h m							h m	h m	
15. Mai	16	35	+1,80	+0,166	16 35	16 59	+0,168	16. Mai	13	24	+1,70	+0,157	13 24	13 46	+0,154
	16	59	+1,85	+0,170	16 59	—	+0,170		13	46	+1,65	+0,152	13 46	—	+0,152
	17	17	+1,90	+0,175	16 59	17 17	+0,172		14	07	+1,35	+0,125	13 46	14 10	+0,138
									15	37	+1,35	+0,125	15 37	15 59	+0,122
16. „	11	28	+1,80	+0,166	11 05	11 28	+0,166		15	59	+1,30	+0,120	15 59	—	+0,120
	11	55	+1,80	+0,166	11 28	11 55	+0,166		16	20	+1,50	+0,138	15 59	16 20	+0,129
	12	29	+1,85	+0,171	12 12	12 52	+0,164		16	35	+1,60	+0,147	16 35	16 59	+0,154
	12	52	+1,70	+0,157	12 52	—	+0,157		16	59	+1,75	+0,162	16 59	—	+0,162
	13	13	+1,75	+0,162	12 52	13 13	+0,160		17	17	+1,70	+0,157	16 59	17 17	+0,160
					13 13	13 24	+0,160								

Für die Collimation ergaben sich aus den in beiden Lagen des Instrumentes beobachteten Polsterndurchgängen die folgenden Partialresultate, welchen auch die in Theilen der Niveau-Scaale ausgedrückten Längen der Luftblase der Libelle beigesetzt sind. Die Collimation bezieht sich stets auf die Instrumentlage „Ocular West“ und ist für die Lage „Ocular Ost“ das Vorzeichen zu ändern. —

Collimationsfehler aus den einzelnen Polsternbeobachtungen.

1875 Datum	Sternzeit h	Sternzeit m	Polstern	c	Länge der Luftblase des Niveau's p
				s	
3. Mai	11	28	M	+0,148	58,4
	12	52	A	+0,204	59,8
4. „	11	28	M	+0,104	56,05
	12	52	A	+0,110	56,95
5. „	12	52	A	+0,167	56,0
	13	46	G	+0,152	57,1
	15	03	B	+0,163	58,1
	15	59	C	+0,123	58,8
	16	59	H	+0,145	59,8
6. „	11	27	M	+0,066	54,9
	12	52	A	+0,020	56,2
	15	03	B	+0,139	57,25
	16	59	H	+0,085	59,3
9. „	11	27	M	−0,031	51,8
	12	52	A	+0,021	52,55
	13	46	G	+0,001	53,0
	15	59	C	+0,117	54,3
	16	59	H	+0,092	55,05
11. „	11	27	M	+0,024	54,2
	12	52	A	+0,039	55,55
	13	46	G	+0,064	56,9
11. Mai	15	59	C	+0,056	57,65
	16	59	H	+0,168	58,4
12. „	11	27	M	+0,008	53,35
	12	51	A	+0,104	55,45
13. „	12	52	A	+0,016	53,1
	13	46	G	−0,027	53,4
	15	59	C	−0,032	54,45
	16	59	H	+0,028	55,45
14. „	11	27	M	−0,055	52,0
	12	52	A	+0,043	52,85
	13	46	G	−0,023	53,5
	16	59	H	+0,075	55,6
15. „	11	27	M	−0,019	50,7
	12	52	A	−0,082	51,3
	13	46	G	−0,058	52,45
	15	59	C	−0,007	54,4
	16	59	H	+0,002	55,15
16. „	11	27	M	−0,079	49,9
	12	52	A	−0,052	50,1
	13	46	G	−0,054	50,65
	15	59	C	+0,016	53,9
	16	59	H	+0,020	54,45



Der Anblick der vorstehenden Partialresultate ergibt auf's Neue die bereits früher bemerkte Thatsache eines mit der Zeit, bezw. mit der Abnahme der Temperatur eintretenden Anwachsens des Collimationsfehlers. Die Behandlung der treffenden Bedingungsgleichungen nach den Vorschriften der Methode der kleinsten Quadrate ergibt folgende Resultate:

3. Mai:	$c = + 0{,}^{s}176 + 0{,}^{s}0400\,(t - 12{,}17)^{h}$	[2 Polsterne]
4. „	$c = + 0{,}\,107 + 0{,}\,0043\,(t - 12{,}17)^{h}$	[2 „]
5. „	$c = + 0{,}\,150 - 0{,}^{s}0070\,(t - 14{,}93)^{h}$	[5 „]
6. „	$c = + 0{,}\,0775 + 0{,}^{s}0103\,(t - 14{,}08)^{h}$	[4 „]
9. „	$c = + 0{,}\,040 + 0{,}\,0254\,(t - 14{,}22)^{h}$	[5 „]
11. „	$c = + 0{,}\,070 + 0{,}\,0204\,(t - 14{,}22)^{h}$	[5 „]
12. „	$c = + 0{,}\,056 + 0{,}\,0686\,(t - 12{,}17)^{h}$	[2 „]
13. „	$c = - 0{,}\,004 + 0{,}\,0020\,(t - 14{,}90)^{h}$	[4 „]
14. „	$c = + 0{,}^{s}010 + 0{,}^{s}0200\,(t - 13{,}77)^{h}$	[4 „]
15. „	$c = - 0{,}\,033 + 0{,}\,0089\,(t - 14{,}22)^{h}$	[5 „]
16. „	$c = - 0{,}\,030 + 0{,}\,0194\,(t - 14{,}22)^{h}$	[5 „]

Vereinigt man die an den einzelnen Abenden erhaltenen Resultate, so ergibt sich mit Rücksicht auf die zugehörigen Gewichte der einzelnen Bestimmungen der Werth der stündlichen Variation des Collimationsfehlerc zu $+ 0{,}^{s}0161$. —

Stellt man dagegen den Collimationsfehler als Funktion der Länge der Luftbahn des Niveau's durch einen Ausdruck von der Form $c_0 + \gamma\,(l - 50)^{\text{partes}}$ dar, so ergeben sich folgende Resultate:

3. Mai:	$c = - 0{,}^{s}188 + 0{,}^{s}0400\,(l - 50)^{p}$
4. „	$c = + 0{,}068 + 0{,}0060\,(l - 50)^{p}$
5. „	$c = + 0{,}210 - 0{,}0076\,(l - 50)^{p}$
6. „	$c = + 0{,}007 + 0{,}0102\,(l - 50)^{p}$
9. „	$c = - 0{,}101 + 0{,}0428\,(l - 50)^{p}$
11. „	$c = - 0{,}106 + 0{,}0271\,(l - 50)^{p}$
12. „	$c = - 0{,}145 + 0{,}0457\,(l - 50)^{p}$
13. „	$c = - 0{,}040 + 0{,}0089\,(l - 50)^{p}$
14. „	$c = - 0{,}097 + 0{,}0306\,(l - 50)^{p}$
15. „	$c = - 0{,}066 + 0{,}0119\,(l - 50)^{p}$
16. „	$c = - 0{,}066 + 0{,}0200\,(l - 50)^{p}$

Dass die Constante c_0 in den ersten Tagen so wesentliche Schwankungen aufweist, erklärt sich aus dem Umstande, dass zwischen diesen Abenden wiederholte Correctionen des Collimationsfehlers vorgenommen wurden. Die wirklich in Rechnung gezogenen Collimationen wurden nach den für die einzelnen Abende erhaltenen, vorstehenden Formeln nach der jeweiligen Länge der Luftblase der Libelle berechnet und ergaben sich hieraus die in der nachfolgenden Tabelle behufs bequemer Interpolation zusammengestellten Werthe. —

Zusammenstellung der in Rechnung genommenen Collimationen.

Datum 1875	Zeit h	Zugehörige Collimation s	Datum 1875	Zeit h	Zugehörige Collimation s	Datum 1875	Zeit h	Zugehörige Collimation s
3. Mai	11,0	+ 0,132	9. Mai	14,0	+ 0,029	13. Mai	14,0	− 0,009
	12,0	+ 0,176		15,5	+ 0,054		16,0	− 0,001
	13,0	+ 0,208		16,0	+ 0,083		17,0	+ 0,008
	13,8	+ 0,212		17,0	+ 0,115			
				17,8	+ 0,134	14. „	11,0	− 0,044
4. „	11,0	+ 0,103					12,0	− 0,034
	11,5	+ 0,104	11. „	11,0	− 0,017		13,0	− 0,006
	12,0	+ 0,106		12,0	+ 0,018		14,0	+ 0,025
	12,5	+ 0,107		13,0	+ 0,056		16,0	+ 0,061
	13,0	+ 0,111		14,0	+ 0,083		17,0	+ 0,074
	13,5	+ 0,113		15,5	+ 0,090			
				16,0	+ 0,100	15. „	11,0	− 0,059
5. „	12,5			17,0	+ 0,121		12,0	− 0,057
	bis	+ 0,150		17,3	+ 0,137		13,0	− 0,048
	17,5						14,0	− 0,033
			12. „	11,0	+ 0,006		16,0	− 0,014
6. „	11,0	+ 0,049		12,0	+ 0,020		17,0	− 0,005
	12,0	+ 0,053		13,0	+ 0,106			
	13,0	+ 0,065		14,0	+ 0,119	16. „	11,5	− 0,068
	15,0	+ 0,074		15,5	+ 0,175		12,0	− 0,068
	16,0	+ 0,083		16,5	+ 0,180		13,0	− 0,062
	17,0	+ 0,096		17,0	+ 0,180		14,0	− 0,043
							15,5	− 0,011
9. „	11,0	− 0,020	13. „	11,5	− 0,013		16,0	+ 0,012
	12,0	− 0,010		12,0	− 0,013		17,0	+ 0,023
	13,0	+ 0,014		13,0	− 0,010			

Es wurden nun die Azimuthe, so wie dieselben sich aus den einzelnen Polsternen in Verbindung mit den unmittelbar vorangehenden und nachfolgenden Zeitsternen der einzelnen Zeitbestimmungsgruppen in der vorstehend (pag. 463) angedeuteten Weise ergaben, ermittelt; die nachfolgende Tabelle gibt die erhaltenen Rechnungsresultate.

Zusammenstellung der für die Azimuthe erhaltenen Partialresultate.

Datum 1875	Zeit h	Gruppe	Berechnetes Azimuth s	Datum 1875	Zeit h	Gruppe	Berechnetes Azimuth s	Datum 1875	Zeit h	Gruppe	Berechnetes Azimuth s
3. Mai	11,5	III	− 2,012	6. Mai	15,0	VI	+ 0,003	11. Mai	17,0	VIII	+ 0,130
	12,9	IV	− 2,052		16,0	VII	− 0,056				
					17,0	VIII	+ 0,149	12. „	11,5	III	+ 0,003
4. „	11,5	III	− 1,750						12,9	IV	− 0,106
	12,9	IV	− 1,709	9. Mai	11,5	III	+ 0,033				
					12,9	IV	− 0,008	13. „	12,9	IV	+ 0,078
5. „	12,9	IV	+ 0,104		13,8	V	− 0,044		13,8	V	+ 0,010
	13,8	V	+ 0,044		16,0	VII	− 0,067		16,0	VII	+ 0,025
	15,0	VI	+ 0,055		17,0	VIII	+ 0,065		17,0	VIII	+ 0,083
	16,0	VII	+ 0,015								
	17,0	VIII	+ 0,156	11. „	11,5	III	− 0,010	14. „	11,5	III	+ 0,016
					12,9	IV	+ 0,096		12,9	IV	+ 0,109
6. „	11,5	III	+ 0,030		13,8	V	+ 0,072		13,8	V	+ 0,024
	12,9	IV	+ 0,048		16,0	VII	+ 0,064		17,0	VIII	+ 0,229

Datum 1875	Zeit h	Gruppe	Berechnetes Azimuth s	Datum 1875	Zeit h	Gruppe	Berechnetes Azimuth s
15. Mai	11,5	III	— 0,004	16. Mai	11,5	III	+ 0,127
	12,9	IV	+ 0,009		12,9	IV	+ 0,120
	13,8	V	+ 0,029		13,8	V	+ 0,019
	16,0	VII	— 0,013		16,0	VII	— 0,059
	17,0	VIII	+ 0,116		17,0	VIII	+ 0,162

Für die einzelnen Abende ergeben sich aus diesen Partialresultaten folgende einfache Mittelwerthe des Azimuths:

1875.	3. Mai	$a = -\overset{s}{2{,}032}$	aus 2	Bestimmungen;
	4. „	$a = -1{,}730$	„ 2	„
	5. „	$a = +0{,}075$	„ 5	„
	6. „	$a = +0{,}035$	„ 5	„
	9. „	$a = -0{,}004$	„ 5	„
	11. „	$a = +0{,}070$	„ 5	„
	12. „	$a = -0{,}051$	„ 2	„
	13. „	$a = +0{,}049$	„ 4	„
	14. „	$a = +0{,}094$	„ 4	„
	15. „	$a = +0{,}027$	„ 5	„
	16. „	$a = +0{,}074$	„ 5	„

Zwischen dem 3. und 4., sowie zwischen dem 4. und 5. Mai wurden Azimuth-Correctionen vorgenommen; nach dem 5. Mai wurden die treffenden Schrauben unverändert belassen. Untersucht man unter Zugrundelegung dieser Mittelwerthe die an den einzelnen Abenden für die entsprechenden Zeitintervalle sich ergebenden Variationen des Azimuths, so stellt sich heraus, dass der Summe der Zeitintervalle von 4137^m eine Variation im Betrage von $+ 0{,}^s151$ gegenübersteht. Es ergibt sich auf diese Weise eine der Zeit proportionale Variation des Azimuths von $+ 0{,}^s0000365$ für 1^m oder von $+ 0{,}^s00219$ für 1^h. Mit Rücksicht auf diese so geringe stündliche Variation und auf den Umstand, dass sich die Beobachtungszeiten nicht mehr als $\pm 3^h$ von den mittleren Zeitmomenten der einzelnen Abende entfernen, wurde bei der Reduction der Beobachtungen das Azimuth für einen und denselben Abend als constant angenommen und mit den vorstehend angegebenen Beträgen in die Rechnung eingeführt. —

Nachdem nun in solcher Weise die Rechnung bis zu den in der drittletzten Columne der nachfolgenden Zusammenstellung der beobachteten Sterndurchgänge enthaltenen „Uhr-Correctionen“ zu Ende geführt war, handelte es sich darum, die in den entgegengesetzten Axenlagen erhaltenen Werthe wegen der sogenannten physiologischen Differenz zu reduciren. Setzt man wieder, wie in den früheren Längenbestimmungen, $d =$ der an die beobachteten Durchgangszeiten bei Ocular West anzubringenden Correction und nennt ferner u_o und u_w die für einen bestimmten Abend an den bei Ocular Ost bezw. West anzubringenden Reductionen, so hat man für den corrigirten Uhrstand:

$$u = u_o + d = u_w - d$$

daher

$$d = \frac{u_w - u_o}{2}$$

Man erhält auf diese Weise für die einzelnen Abende

3.	Mai	2 d = — 0^s,053;	7	Sterne bei Lage W;	2	Sterne	bei Lage O	Gewicht =	1,6
4.	„	— 0,158;	7	„	10	„		„	4,1
5.	„	— 0,114;	16	„	9	„		„	5,8
6.	„	— 0,042;	11	„	11	„		„	5,5
9.	„	— 0,115;	15	„	17	„		„	9,0
11.	„	— 0,100;	16	„	14	„		„	7,5
12.	„	— 0,152;	11	„	10	„		„	5,2
13.	„	— 0,071;	13	„	11	„		„	6,0
14.	„	— 0,093;	12	„	18	„		„	7,2
15.	„	— 0,085;	19	„	16	„		„	8,7
16.	„	— 0,145;	15	„	17	„		„	8,1

Unter Berücksichtigung der Gewichte ergibt sich hieraus der Mittelwerth

$$d = -0^s,052 \quad (\text{m. F.} = \pm 0^s,0052)$$

Dieser Mittelwerth wurde nun an den einzelnen Uhr-Correctionen und zwar subtractiv bei Lage West, additiv bei Lage Ost angebracht, wodurch sich die in der vorletzten Columne bei den Zeitsternen vorgetragenen Zahlen ergaben.

Das arithmetische Mittel der aus den einzelnen Beobachtungen eines Abendes erhaltenen reducirten Uhr-Correctionen ergab nun die für den treffenden Abend und für den in der ersten Vertikalzeile angegebenen mittleren Zeitmoment gültige definitive Uhr-Correction; in der letzten Spalte sind dann die Differenzen der einzelnen Uhr-Correctionen gegen diesen Mittelwerth des treffenden Abendes vorgetragen; diese Differenzen sind in dem Sinne genommen, dass die Summe der in den beiden letzten Columnen enthaltenen Zahlen den für den zugehörigen Abend giltigen definitiven Mittelwerth der Uhr-Correction ergibt.

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungs-gruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (−)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	t_i s	Rectascension α_i m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um ± d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s				s	s	s
1875 Mai 3; 12h 30m	σ Leonis	III	W	11	14	37,31	0,08	+0,19	+0,13	+0,13	−1,35	36,33	14	42,89	+6,56	+6,61	−0,14
	Polst. M (u. C)	III	W (5)	11	27	49,52	„	+0,16	−1,60	+0,23		45,07	27	27,22			
	„	„	O (6)	„	„	43,19											
	β Leonis	III	O	11	42	37,45	„	+0,12	+0,03	−0,17	−1,14	36,21	42	42,67	+6,46	+6,41	+0,06
	π Virginis	„	O	11	54	24,65	„	+0,09	+0,03	−0,18	−1,34	23,17	54	29,67	+6,50	+6,45	+0,02
	Polst. A (u. C)	IV	O (2)	12	51	51,57	0,10	−0,05	−1,08	+0,18		53,67	51	40,83			
	„	„	W (6)	„	„	57,87											
	ϑ Virginis	„	W	13	03	25,60	0,11	−0,08	+0,10	+0,20	−1,63	24,08	03	30,53	+6,45	+6,50	−0,03
	β Comae	„	W	13	05	58,80	„	−0,09	+0,17	+0,22	−0,78	58,21	06	04,52	+6,31	+6,36	+0,11

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth Correction	[illegible]			Uhr Correction	Uhr Correction verbessert um [illegible]	Abweichung vom Tagesmittel
				h m s	s	s	s	s	s	s	m	s	s	s	s
	61 Virginis	IV	W	13 12 49,31	0,11	−0,11	+0,07	+0,26	−1,94	47,42	12	53,56	+6,44	+6,49	−0,02
	α Virginis		W	13 17 33,67	"	−0,12	+0,08	+0,26	−1,76	31,96	17	38,40	+6,44	+6,49	−0,02
	ζ Virginis	V	W	13 25 16,44	"	−0,15	+0,11	+0,26	−1,51	14,96	25	21,36	+6,40	+6,45	+0,02
	m Virginis	"	W	13 34 00,25	"	−0,16	+0,09	+0,26	−1,70	58,61	35	05,00	+6,39	+6,44	+0,03
	δ Leonis	III	O	11 07 26,13	0,15	+0,14	+0,06	−0,13	−0,84	25,21	07	29,13	+3,92	+3,87	−0,05
	θ Leonis	"	O	11 10 17,27	"	+0,14	+0,04	−0,12	−1,35	15,83	10	19,75	+3,92	+3,87	−0,05
	ι Leonis	"	O	11 14 40,18	"	+0,13	+0,05	−0,12	−1,15	38,94	14	42,86	+3,94	+3,89	−0,07
	Polst. M (u. C.)	"	O (6)	11 27 43,52	"	+0,10	−1,37	+0,23		44,76	27	44,76			
	"	"	W (6)	" " 48,87											
	β Leonis	"	W	11 42 39,64	"	+0,07	+0,16	+0,10	−0,97	38,85	42	42,66	+3,81	+3,86	−0,04
	λ² Virginis	"	W	11 49 37,28	"	+0,06	+0,14	+0,10	−1,10	36,28	49	39,99	+3,71	+3,76	+0,06
	π Virginis	"	W	11 54 26,97	"	+0,05	+0,14	+0,10	−1,14	25,97	54	29,66	+3,69	+3,74	+0,08
	η Virginis		W	12 13 29,72	0,12	+0,01	+0,14	+0,10	−1,29	28,56	13	32,30	+3,74	+3,79	+0,03
	γ Virginis	IV	W	12 30 20,85	"	0,02	+0,13	+0,10	−1,39	19,05	30	22,79	+3,74	+3,79	+0,03
	ρ Virginis	"	W	12 35 32,54	"	−0,03	+0,17	+0,10	−1,07	31,59	35	35,31	+3,72	+3,77	+0,05
	d² Virginis	"	W	12 39 17,25	"	−0,04	+0,17	+0,10	−1,12	16,24	39	19,97	+3,73	+3,78	+0,04
	Polst. A (u. C)	"	W (6)	12 51 56,65	"	0,06	−1,45	+0,18		53,28	51	41,02			
	"	"	O (7)	" " 52,80											
	θ Virginis	"	O	13 03 28,82	"	−0,08	+0,06	−0,12	−1,39	26,67	03	30,53	+3,86	+3,81	+0,01
	β Comae	"	O	13 06 01,60	"	−0,09	+0,10	−0,14	−0,66	00,69	06	04,52	+3,83	+3,78	+0,04
	61 Virginis	"	O	13 11 51,96	"	−0,10	+0,04	−0,13	−1,66	44,99	11	53,86	+3,87	+3,82	0,00
	α Virginis		O	13 18 36,25	"	0,11	+0,11	−0,12	−1,50	34,51	18	38,40	+3,89	+3,84	−0,02
	l² Virginis	V	O	13 25 27,70	"	−0,12	+0,05	−0,12	−1,40	25,99	25	29,88	+3,89	+3,84	−0,02
	ζ Virginis	"	O	13 28 19,18	"	−0,13	+0,06	−0,12	−1,29	17,58	28	21,37	+3,84	+3,79	+0,03
	m Virginis	"	O	13 35 02,88	"	−0,15	+0,05	−0,12	−1,45	01,04	35	05,00	+3,96	+3,91	−0,09
	η Virginis		O	12 13 30,47	0,10	+0,33	+0,07	−0,16	+0,06	30,67	13	32,31	+1,64	+1,59	−0,14
	ρ Virginis	IV	O	12 35 33,00	0,07	+0,29	+0,08	−0,16	+0,05	33,79	35	35,30	+1,51	+1,46	−0,01
	d² Virginis	"	O	12 39 18,25	"	+0,28	+0,07	−0,16	+0,05	18,42	39	19,96	+1,54	+1,49	−0,04
	Polst. A (u. C)	"	O (7)	12 51 37,06	"	+0,25	−1,24	+0,18		38,84	51	41,24			
	"	"	W (6)	" " 42,88											
	θ Virginis	"	W	13 03 28,74	"	+0,28	+0,13	+0,14	+0,06	29,23	03	30,53	+1,30	+1,35	+0,10
	β Comae	"	W	13 06 02,72	"	+0,22	+0,28	+0,15	+0,03	03,28	06	04,52	+1,24	+1,29	+0,16
	61 Virginis	"	W	13 11 52,06	"	+0,21	+0,09	+0,14	+0,07	52,50	11	53,86	+1,36	+1,41	+0,04
	α Virginis		W	13 18 36,59	"	+0,19	+0,12	+0,14	+0,06	37,03	18	38,40	+1,37	+1,42	+0,03
	l² Virginis	V	W	13 25 27,98	0,06	+0,18	+0,14	+0,14	+0,06	28,44	25	29,88	+1,44	+1,49	−0,04
	ζ Virginis	"	W	13 28 19,18	"	+0,17	+0,15	+0,14	+0,05	19,93	28	21,38	+1,45	+1,50	−0,05
	Polst. G (u. C)	"	W (5)	13 46 10,74	0,07	+0,13	+1,24	−0,12		13,64	46	14,96			
	"	"	O (8)	" " 14,17											

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungs-gruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	t_i	Rectascension a_i m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um $\pm d$	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s	s		s	s	s	s
1875 Mai 5; 14h 45m	Polst. B (u. C)	VI	O (5)	15	02	46,78	0,06	—0,04	—1,10	+0,14		47,81	02	49,77			
	„	„	W (6)	„	„	50,96											
	6 Serpentis	„	W	15	14	40,60	„	—0,07	+0,15	+0,14	+0,05	40,81	14	42,27	+1,46	+1,51	—0,06
	ε Librae	„	W	15	17	25,80	„	—0,07	+0,12	+0,14	+0,06	25,99	17	27,43	+1,44	+1,49	—0,04
	ζ' Librae	„	W	15	21	12,96	„	—0,08	+0,10	+0,14	+0,07	13,13	21	14,59	+1,46	+1,51	—0,06
	α Coronae		W	15	29	24,31	„	—0,10	+0,24	+0,15	+0,03	24,57	29	25,93	+1,36	+1,41	+0,04
	α Serpentis	VII	W	15	38	07,08	0,05	—0,12	+0,17	+0,14	+0,05	07,27	38	08,73	+1,46	+1,51	—0,06
	ε Serpentis	„	W	15	44	35,55	„	—0,13	+0,17	+0,14	+0,05	35,73	44	37,16	+1,43	+1,48	—0,03
	γ Serpentis	„	W	15	50	41,27	„	—0,14	+0,20	+0,14	+0,04	41,46	50	42,85	+1,39	+1,44	+0,01
	Polst. C (u. C)	„	W (7)	15	59	15,91	„	—0,16	—0,97	+0,12		13,37	59	15,00			
	„	„	O (6)	„	„	12,94											
	ε Ophiuchi	„	O	16	11	43,18	„	—0,19	+0,07	—0,16	+0,06	42,91	11	44,44	+1,53	+1,48	—0,03
	γ Herculis	„	O	16	16	25,22	„	—0,20	+0,10	—0,18	+0,04	24,93	16	26,37	+1,44	+1,39	+0,06
	ω Herculis		O	16	19	39,60	„	—0,21	+0,09	—0,16	+0,04	39,31	19	40,79	+1,48	+1,43	+0,02
	ζ Herculis	VIII	O	16	36	35,47	0,06	—0,24	+0,11	—0,20	+0,02	35,10	36	36,51	+1,41	+1,36	+0,09
	20 Ophiuchi	„	O	16	42	55,94	„	—0,26	+0,05	—0,16	+0,06	55,57	42	57,13	+1,56	+1,51	—0,06
	49 Herculis	„	O	16	46	24,25	„	—0,27	+0,09	—0,17	+0,04	23,88	46	25,35	+1,47	+1,42	+0,03
	Polst. H (o. C)	„	O (6)	16	58	59,44	0,05	—0,29	+ 0,90	—0,10		58,48	58	59,22			
	„	„	W (6)	„	„	56,60											
	α Herculis	„	W	17	08	57,33	„	—0,32	+0,18	+0,15	+0,04	57,33	08	58,74	+1,41	+1,46	—0,01
	ν Serpentis	„	W	17	13	48,39	„	—0,33	+0,11	+0,14	+0,07	48,33	13	49,75	+1,42	+1,47	—0,02
	w Herculis	„	W	17	15	59,51	„	—0,33	+0,24	+0,16	+0,02	59,55	16	00,88	+1,33	+1,38	+0,07
	δ Leonis	III	O	11	07	29,43	0,04	+0,31	+0,13	—0,17	+0,02	29,78	07	29,11	—0,67	—0,72	0,00
	Φ Leonis	„	O	11	10	20,11	„	+0,30	+0,08	—0,06	+0,04	20,48	10	19,73	—0,70	—0,75	+0,03
	σ Leonis	„	O	11	14	43,23	„	+0,29	+0,10	—0,06	+0,03	43,55	14	42,86	—0,69	—0,74	+0,02
	Polst. M (u. C)	„	O (7)	11	27	28,59	„	+0,27	—2,20	+0.23		28,64	27	28,28			
	„	„	W (7)	„	„	32,17											
	β Leonis	„	W	11	42	42,92	„	+0,24	+0,21	+0,04	+0,03	43,40	42	42,64	—0,76	—0,71	—0,01
	A² Virginis	„	W	11	48	40,25	„	+0,23	+0,19	+0,04	+0,03	40,70	48	39,98	—0,72	—0,67	—0,05
	π Virginis	„	W	11	54	29,99	„	+0,22	+0,18	+0,04	+0,03	30.42	54	29,65	—0,77	—0,72	0,00
	η Virginis		W	12	13	32,67	0,03	+0,19	+0,16	+0,05	+0,04	33,08	13	32,31	—0,77	—0,72	0,00
	f Virginis	IV	W	12	30	23,25	0,05	+0,16	+0,15	+0,05	+0,04	23,60	30	22,79	—0,81	—0,76	+0,04
	ρ Virginis	„	W	12	35	35,67	„	+0,15	+0,20	+0,05	+0,03	36,05	35	35,30	—0,75	—0,70	—0,02
	d² Virginis	„	W	12	39	20,30	„	+0,14	+0,19	+0,05	+0,03	20,66	39	19,96	— 0,70	—0,65	—0,07
	Polst. A (u. C)	„	W (6)	12	51	43,99	„	+0,11	—1,73	+0,18		41,74	51	41,44			
	„	„	O (7)	„	„	42,47											

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um + d	Abweichung vom Tagesmittel
				h	m	s	s	s	s	s	s	s	m	s	s	s	s
	61 Virginis	IV	W	13	12	49,31	0,11	−0,11	+0,07	+0,20	−1,94	47,42	12	53,86	+6,44	+6,49	−0,02
	α Virginis		W	13	17	33,67	„	−0,12	+0,08	+0,20	−1,76	31,96	17	38,40	+6,44	+6,49	−0,02
	ζ Virginis	V	W	13	28	16,44	„	−0,15	+0,11	+0,20	−1,51	14,98	28	21,38	+6,40	+6,45	+0,02
	m Virginis	„	W	13	34	60,29	„	−0,16	+0,09	+0,20	−1,70	58,61	35	05,00	+6,39	+6,44	+0,03
1875 Mai 4; 12h 20m	δ Leonis	III	O	11	07	26,13	0,15	+0,14	+0,06	−0,13	−0,84	25,21	07	29,13	+3,92	+3,87	−0,05
	Φ Leonis	„	O	11	10	17,27	„	+0,14	+0,04	−0,12	−1,35	15,83	10	19,75	+3,92	+3,87	−0,05
	σ Leonis	„	O	11	14	40,18	„	+0,13	+0,05	−0,12	−1,15	38,94	14	42,88	+3,94	+3,89	−0,07
	Polst. M (u. C)	„	O (6)	11	27	43,52	„	+0,10	−1,37	+0,23		44,76	27	44,76			
	„	„	W (6)	„	„	48,37											
	β Leonis	„	W	11	42	39,64	„	+0,07	+0,16	+0,10	−0,97	38,85	42	42,66	+3,81	+3,86	−0,04
	A² Virginis	„	W	11	49	37,23	„	+0,06	+0,14	+0,10	−1,10	36,28	49	39,99	+3,71	+3,76	+0,06
	π Virginis	„	W	11	54	26,97	„	+0,05	+0,14	+0,10	−1,14	25,97	54	29,66	+3,69	+3,74	+0,08
	η Virginis		W	12	13	29,72	0,12	+0,01	+0,14	+0,10	−1,29	28,56	13	32,30	+3,74	+3,79	+0,03
	f Virginis	IV	W	12	30	20,85	„	−0,02	+0,13	+0,10	−1,39	19,05	30	22,79	+3,74	+3,79	+0,03
	ϱ Virginis	„	W	12	35	32,54	„	−0,03	+0,17	+0,10	−1,07	31,59	35	35,31	+3,72	+3,77	+0,05
	d² Virginis	„	W	12	39	17,25	„	−0,04	+0,17	+0,10	−1,12	16,24	39	19,97	+3,73	+3,78	+0,04
	Polst. A (u. C)	„	W (6)	12	51	56,65	„	−0,06	−1,45	+0,18		53,28	51	41,02			
	„	„	O (7)	„	„	52,80											
	ϑ Virginis	„	O	13	03	28,32	„	−0,08	+0,06	−0,12	−1,39	26,67	03	30,53	+3,86	+3,81	+0,01
	β Comae	„	O	13	06	01,60	„	−0,09	+0,10	−0,14	−0,66	00,69	06	04,52	+3,83	+3,78	+0,04
	61 Virginis	„	O	13	11	51,96	„	−0,10	+0,04	−0,13	−1,66	44,99	11	53,86	+3,87	+3,82	0,00
	α Virginis		O	13	18	36,25	„	−0,11	+0,11	−0,12	−1,50	34,51	18	38,40	+3,89	+3,84	−0,02
	l² Virginis	V	O	13	25	27,70	„	−0,12	+0,05	−0,12	−1,40	25,99	25	29,88	+3,89	+3,84	−0,02
	ζ Virginis	„	O	13	28	19,13	„	−0,13	+0,06	−0,12	−1,29	17,53	28	21,37	+3,84	+3,79	+0,03
	m Virginis	„	O	13	35	02,83	„	−0,15	+0,05	−0,12	−1,45	01,04	35	05,00	+3,96	+3,91	−0,09
	η Virginis		O	12	13	30,47	0,10	+0,33	+0,07	−0,16	+0,06	30,67	13	32,31	+1,64	+1,59	−0,14
	ϱ Virginis	IV	O	12	35	33,60	0,07	+0,29	+0,08	−0,16	+0,05	33,79	35	35,30	+1,51	+1,46	−0,01
	d² Virginis	„	O	12	39	18,25	„	+0,28	+0,07	−0,16	+0,05	18,42	39	19,96	+1,54	+1,49	−0,04
	Polst. A (u. C)	„	O (7)	12	51	37,06	„	+0,25	−1,24	+0,18		38,84	51	41,24			
	„	„	W (6)	„	„	42,38											
	ϑ Virginis	„	W	13	03	28,74	„	+0,28	+0,13	+0,14	+0,06	29,23	03	30,53	+1,30	+1,35	+0,10
	β Comae	„	W	13	06	02,72	„	+0,22	+0,28	+0,15	+0,03	03,28	06	04,52	+1,24	+1,29	+0,16
	61 Virginis	„	W	13	11	52,06	„	+0,21	+0,09	+0,14	+0,07	52,50	11	53,86	+1,36	+1,41	+0,04
	α Virginis		W	13	18	36,59	„	+0,19	+0,12	+0,14	+0,06	37,03	18	38,40	+1,37	+1,42	+0,03
	l² Virginis	V	W	13	25	27,98	0,06	+0,18	+0,14	+0,14	+0,06	28,44	25	29,88	+1,44	+1,49	−0,04
	ζ Virginis	„	W	13	28	19,48	„	+0,17	+0,15	+0,14	+0,05	19,93	28	21,38	+1,45	+1,50	−0,05
	Polst. G (o. C)	„	W (5)	13	46	10,74	0,07	+0,13	+1,24	−0,12		13,64	46	14,96			
	„	„	O (8)	„	„	14,17											

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti s	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um ±d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s				s	s	s
1875 Mai 5; 14h 45m	Polst. B (u. C)	VI	O (5)	15	02	46,78	0,06	—0,04	—1,10	+0,14		47,81	02	49,77			
	"	"	W (6)	"	"	50,96											
	6 Serpentis	"	W	15	14	40,60	"	—0,07	+0,15	+0,14	+0,05	40,81	14	42,27	+1,46	+1,51	—0,06
	ε Librae	"	W	15	17	25,80	"	—0,07	+0,12	+0,14	+0,06	25,99	17	27,43	+1,44	+1,49	—0,04
	ζ′ Librae	"	W	15	21	12,96	"	—0,08	+0,10	+0,14	+0,07	13,13	21	14,59	+1,46	+1,51	—0,06
	α Coronae		W	15	29	24,31	"	—0,10	+0,24	+0,15	+0,03	24,57	29	25,93	+1,36	+1,41	+0,04
	α Serpentis	VII	W	15	38	07,08	0,05	—0,12	+0,17	+0,14	+0,05	07,27	38	08,73	+1,46	+1,51	—0,06
	ε Serpentis	"	W	15	44	35,55	"	—0,13	+0,17	+0,14	+0,05	35,73	44	37,16	+1,43	+1,48	—0,03
	γ Serpentis	"	W	15	50	41,27	"	—0,14	+0,20	+0,14	+0,04	41,46	50	42,85	+1,39	+1,44	+0,01
	Polst. C (u. C)	"	W (7)	15	59	15,91	"	—0,16	—0,97	+0,12		13,37	59	15,00			
	"	"	O (6)	"	"	12,94											
	ε Ophiuchi	"	O	16	11	43,18	"	—0,19	+0,07	—0,16	+0,06	42,91	11	44,44	+1,53	+1,48	—0,03
	γ Herculis	"	O	16	16	25,22	"	—0,20	+0,10	—0,18	+0,04	24,93	16	26,37	+1,44	+1,39	+0,06
	ω Herculis		O	16	19	39,60	"	—0,21	+0,09	—0,16	+0,04	39,31	19	40,79	+1,48	+1,43	+0,02
	ζ Herculis	VIII	O	16	36	35,47	0,06	—0,24	+0,11	—0,20	+0,02	35,10	36	36,51	+1,41	+1,36	+0,09
	20 Ophiuchi	"	O	16	42	55,94	"	—0,26	+0,05	—0,16	+0,06	55,57	42	57,13	+1,56	+1,51	—0,06
	49 Herculis	"	O	16	46	24,25	"	—0,27	+0,09	—0,17	+0,04	23,88	46	25,35	+1,47	+1,42	+0,03
	Polst. H (o. C)	"	O (6)	16	58	59,44	0,05	—0,29	+ 0,90	—0,10		58,48	58	59,22			
	"	"	W (6)	"	"	56,60											
	α Herculis	"	W	17	08	57,33	"	—0,32	+0,18	+0,15	+0,04	57,33	08	58,74	+1,41	+1,46	—0,01
	ν Serpentis	"	W	17	13	48,39	"	—0,33	+0,11	+0,14	+0,07	48,33	13	49,75	+1,42	+1,47	—0,02
	w Herculis	"	W	17	15	59,51	"	—0,33	+0,24	+0,16	+0,02	59,55	16	00,88	+1,33	+1,38	+0,07
	δ Leonis	III	O	11	07	29,43	0,04	+0,31	+0,13	—0,17	+0,02	29,78	07	29,11	—0,67	—0,72	0,00
	Φ Leonis	"	O	11	10	20,11	"	+0,30	+0,08	—0,06	+0,04	20,43	10	19,73	—0,70	—0,75	+0,03
	σ Leonis	"	O	11	14	43,23	"	+0,29	+0,10	—0,06	+0,03	43,55	14	42,86	—0,69	—0,74	+0,02
	Polst. M (u. C)	"	O (7)	11	27	28,59	"	+0,27	—2,20	+0.23		28,64	27	28,28			
	"	"	W (7)	"	"	32,17											
	β Leonis	"	W	11	42	42,92	"	+0,24	+0,21	+0,04	+0,03	43,40	42	42,64	—0,76	—0,71	—0,01
	A² Virginis	"	W	11	48	40,25	"	+0,23	+0,19	+0,04	+0,03	40,70	48	39,98	—0,72	—0,67	—0,05
	π Virginis	"	W	11	54	29,99	"	+0,22	+0,18	+0,04	+0,03	30.42	54	29,65	—0,77	—0,72	0,00
	η Virginis		W	12	13	32,67	0,03	+0,19	+0,16	+0,05	+0,04	33,08	13	32,31	—0,77	—0,72	0,00
	f Virginis	IV	W	12	30	23,25	0,05	+0,16	+0,15	+0,05	+0,04	23,60	30	22,79	—0,81	—0,76	+0,04
	ϱ Virginis	"	W	12	35	35,67	"	+0,15	+0,20	+0.05	+0,03	36,05	35	35,30	—0,75	—0,70	—0,02
	d² Virginis	"	W	12	39	20,30	"	+0,14	+0,19	+0,05	+0,03	20,66	39	19,96	— 0,70	—0,65	—0,07
	Polst. A (u. C)	"	W (6)	12	51	43,99	"	+0,11	—1,73	+0,18		41,74	51	41,44			
	"	"	O (7)	"	"	42,47											

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungs-gruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti s	Rectascension m	αi s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um + d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s				s	s	s
1875 Mai 6; 14h 00m	ϑ Virginis	IV	O	13	03	31,12	0,05	+0,10	+0,08	−0,07	+0,04	31,22	03	30,53	− 0,69	− 0,74	+0,02
	β Comae	"	O	13	06	05,12	"	+0,10	+0,14	−0,09	+0,02	05,24	06	04,51	− 0,73	− 0,78	+0,06
	ξ′ Librae	VI	O	14	50	02,08	"	−0,09	+0,05	−0,08	+0,04	01,91	50	01,26	− 0,69	− 0,74	+0,02
	Polst. B (u. C)	"	O (7)	15	02	49,77	"	−0,12	−1,13	+0,14		50,45	02	49,84			
	"	"	W (7)	"	"	53,45											
	α Coronae		W	15	28	26,51	"	−0,17	+0,24	+0,07	+0,02	26,62	28	25,94	− 0,68	− 0,63	−0,09
	α Serpentis	VII	W	15	38	09,43	0,07	−0,18	+0,19	+0,07	+0,03	09,47	38	08,75	− 0,72	− 0,67	−0,05
	ε Serpentis	"	W	15	44	37,89	"	−0,19	+0,18	+0,07	+0,03	37,91	44	37,17	− 0.74	− 0,69	−0,03
	γ Serpentis	"	W	15	50	43,55	"	−0,21	+0,22	+0,06	+0,03	43,58	50	42,87	− 0,71	− 0,66	−0,06
	Polst. C (u. C)	"	W (5)	15	59	18,05	"	−0,22	−1,11	−0,61		16,04	59	15,03			
	ε Ophiuchi	"	O	16	11	45,44	"	−0,25	+0,08	−0,09	+0,04	45,15	11	44,45	− 0,70	− 0,75	+0,03
	γ Herculis	"	O	16	16	27,37	"	−0,26	+0,12	−0,10	+0,03	27,09	16	26,39	− 0,70	− 0,75	+0,03
	ω Herculis	"	O	16	19	41,80	"	−0,26	+0,11	−0,09	+0,03	41,52	19	40,81	− 0,71	− 0,76	+0,04
	ζ Herculis	VIII	O	16	36	37,54	0,09	−0,30	+0,12	−0,13	+0,02	37,16	36	36,53	− 0,63	− 0,68	−0,04
	20 Ophiuchi	"	O	16	42	58,31	"	−0,31	+0,06	−0,10	+0,04	57,91	42	57,15	− 0,76	− 0,81	+0,09
	Polst. H (o. C)	"	O (6)	16	58	61,04	"	−0,34	+1,02	−0,10		60,56	58	59,28			
	"	"	W (6)	"	"	59,09											
	Φ Leonis	III	W	11	10	07,00	0,09	+0,34	+0,14	−0,03	0,00	07,86	10	19,73	+12,37	+12,42	+0,025
	σ Leonis	"	W	11	14	30,10	"	+0,34	+0,17	−0,03	0,00	30,49	14	42,85	+12,36	+12,41	+0,035
	Polst. M (u. C)	"	W (7)	11	27	18,21	"	+0,31	−2,09	+0,23		16,43	27	29,23			
	"	"	O (7)	"	"	17,92											
	β Leonis	"	O	11	42	29,90	"	+0,28	+0,08	0,00	0,00	30,17	42	42,64	+12,47	+12,42	+0,025
	A^2 Virginis	"	O	11	48	27,25	"	+0,27	+0,07	0,00	0,00	27,50	48	39,97	+12,47	+12,42	+0,025
	π Virginis	"	O	11	54	16,94	"	+0,26	+0,07	0,00	0,00	17,18	54	29,65	+12,47	+12,42	+0,025
	η Virginis		O	12	13	19,65	0,08	+0,23	+0,05	0,00	0,00	19,85	13	32,31	+12,46	+12,41	+0,035
	f Virginis	IV	O	12	30	10,16	"	+0,19	+0,04	−0,01	0,00	10,30	30	22,79	+12,49	+12,44	+0,005
	ϱ Virginis	"	O	12	35	22,69	"	+0,19	+0,06	−0,01	0,00	22,85	35	35,31	+12,46	+12,41	+0,035
	d^2 Virginis	"	O	12	39	07,35	"	+0,18	+0,06	−0,02	0,00	07,49	39	19,97	+12,48	+12,43	+0,015
	Polst. A (u. C)	"	O (7)	12	51	29,86	0,09	+0,16	−1,20	+0,18		29,69	51	42,05			
	"	"	W (7)	"	"	31,41											
	Θ Virginis	"	W	13	03	17,97	"	+0,13	+0,12	0,00	0,00	18,13	03	30,54	+12,41	+12,46	−0,015
	β Comae	"	W	13	05	51,92	"	+0,13	+0,22	0,00	0,00	52,18	05	04,52	+12,34	+12,39	+0,055
	61 Virginis	"	W	13	11	41,84	"	+0,12	+0,09	0,00	0,00	41,46	11	53,88	+12,42	+12,47	−0,025
	α Virginis		W	13	18	25,84	"	+0,10	+0,11	+0,01	0,00	25,97	18	38,42	+12,45	+12,50	−0,055
	l^2 Virginis	V	W	13	25	17,34	"	+0,09	+0,12	+0,01	0,00	17,47	25	29,91	+12,44	+12,49	−0,045
	ζ Virginis	"	W	13	28	08,86	"	+0,08	+0,14	+0,01	0,00	09,00	28	21,40	+12,40	+12,45	−0,005
	m Virginis	"	W	13	34	52,54	"	+0,07	+0,12	+0,01	0,00	52,65	34	65,04	+12,39	+12,44	+0,005

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti s	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um ±d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s				s	s	s
1875 Mai 9; 14h 14m	Polst. G (o. C)	V	W	13	46	00,51	0,09	+0,05	+1,18	−0,12		01,94	46	14,63			
	„	„	O	„	„	01,33											
	τ Virginis	„	O	13	55	06,66	„	+0,04	+0,07	−0,04	0,00	06,64	55	19,12	+12,48	+12,43	+0,015
	95 Virginis	„	O	13	59	55,76	„	+0,03	+0,06	−0,04	0,00	55,72	59	68,20	+12,48	+12,43	+0,015
	κ Virginis	„	O	14	06	03,28	„	+0,01	+0,05	−0,04	0,00	03,21	06	15,73	+12,52	+12,47	−0,025
	α Coronae		O	15	29	13,69	0,08	−0,15	+0,08	−0,08	0,00	13,46	29	25,99	+12,53	+12,48	−0,035
	α Serpentis	VII	O	15	37	56,64	„	−0,17	+0,06	−0,07	0,00	56,38	37	68,80	+12,42	+12,37	+0,075
	ε Serpentis	„	O	15	44	24,97	„	−0,18	+0,06	−0,08	0,00	24,69	44	37,23	+12,54	+12,49	−0,045
	γ Serpentis	„	O	15	50	30,64	0,07	−0,19	+0,07	−0,09	0,00	30,36	50	42,92	+12,56	+12,51	−0,065
	Polst. C (u. C)	„	O (7)	15	59	02,54	„	−0,21	−0,76	+0,12		03,06	59	15,08			
	„	„	W (6)	„	„	05,42											
	ε Ophiuchi	„	W	16	11	32,23	„	−0,24	+0,12	+0,08	0,00	32,12	11	44,52	+12,40	+12,45	−0,005
	γ Herculis	„	W	16	16	14,14	„	−0,25	+0,19	+0,07	0,00	14,08	16	26,45	+12,37	+12,42	+0,025
	ω Herculis	„	W	16	19	28,54	„	−0,25	+0,17	+0,08	0,00	28,47	19	40,88	+12,41	+12,46	−0,015
	ζ Herculis	VIII	W	16	36	24,29	0,08	−0,29	+0,25	+0,10	0,00	24,27	36	36,59	+12,32	+12,37	+0,075
	20 Ophiuchi	„	W	16	42	45,02	„	−0,30	+0,12	+0,09	0,00	44,85	42	57,23	+12,38	+12,43	+0,015
	49 Herculis	„	W	16	46	13,20	„	−0,31	+0,19	+0,10	0,00	13,10	46	25,44	+12,34	+12,39	+0,055
	Polst. H (o. C)	„	W (7)	16	58	45,69	„	−0,34	+1,05	−0,10		47,25	58	59,41			
	„	„	O (7)	„	„	47,75											
	α Herculis	„	O	17	08	46,77	„	−0,36	+0,09	−0,13	0,00	46,29	08	58,84	+12,55	+12,50	−0,055
	ν Serpentis	„	O	17	13	37,82	„	−0,37	+0,05	−0,14	0,00	37,28	13	49,86	+12,58	+12,53	−0,085
	w Herculis	„	O	17	15	48,91	„	−0,38	+0,11	−0,17	0,00	48,39	15	60,97	+12,58	+12,53	−0,085
	σ Leonis	III	O	11	14	33,44	0,09	+0,48	+0,06	0,00	+0,05	33,94	14	42,84	+ 8,90	+ 8,85	+ 0,05
	Polst. M (u. C)	„	O (7)	11	27	20,75	„	+0,46	− 1,43	+0,23		21,01	27	29,79			
	„	„	W (7)	„	„	22,92											
	β Leonis	„	W	11	42	33,25	„	+0,42	+0,17	0,00	+0,04	33,79	42	42,63	+ 8,84	+ 8,89	+ 0,01
	A² Virginis	„	W	11	48	30,62	0,10	+0,41	+0,15	0,00	+0,04	31,12	48	39,96	+ 8,84	+ 8,89	+ 0,01
	η Virginis		W	12	13	23,02	0,08	+0,34	+0,14	+0,02	+0,05	23,49	13	32,30	+ 8,81	+ 8,86	+ 0,03
	f Virginis	IV	W	12	30	13,57	„	+0,30	+0,14	+0,03	+0,06	14,02	30	22,79	+ 8,77	+ 8,82	+ 0,07
	ϱ Virginis	„	W	12	35	25,96	„	+0,29	+0,18	+0,03	+0,04	26,42	35	35,30	+ 8,88	+ 8,93	− 0,03
	d² Virginis	„	W	12	39	10,70	„	+0,28	+0,17	+0,03	+0,05	11,15	39	19,97	+ 8,82	+ 8,87	+ 0,03
	Polst. A (u. C)	„	W (7)	12	51	34,68	„	+0,25	−1,45	+0,18		32,58	51	42,39			
	„	„	O (7)	„	„	32,68											
	Θ Virginis	„	O	13	03	21,44	0,09	+0,22	+0,06	−0,07	+0,06	21,62	03	30,54	+ 8,92	+ 8,87	+ 0,03
	β Comae	„	O	13	05	55,34	„	+0,21	+0,10	−0,09	+0,03	55,50	05	64,51	+ 9,01	+ 8,96	− 0,06
	61 Virginis	„	O	13	11	44,77	„	+0,20	+0,04	−0,08	+0,07	44,91	11	53,88	+ 8,97	+ 8,92	− 0,02
	α Virginis		O	13	18	29,45	„	+0,18	+0,04	−0,08	+0,06	29,56	18	38,43	+ 8,87	+ 8,82	+ 0,08

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um ±d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s	s		s	s	s	s
1875 Mai 11; 14^h 30^m	1^2 Virginis	V	O	13	25	20,90	0,09	+0,16	+0,05	—0,08	+0,06	21,00	25	29,91	+ 8,91	+ 8,86	+0,04
	ζ Virginis	„	O	13	28	12,35	„	+0,15	+0,06	—0,08	+0,05	12,44	28	21,40	+ 8,96	+ 8,91	—0,01
	m Virginis	„	O	13	34	56,05	„	+0,14	+0,05	—0,08	+0,06	56,13	34	65,04	+ 8,91	+ 8,86	+0,04
	Polst. G (o. C)	„	O (5)	13	46	05,90	0,08	+0,11	+1,10	—0,12		05,96	46	14,50			
	„	„	W (2)	„	„	03,99											
	τ Virginis	„	W	13	55	10,05	„	+0,09	+0,15	+0,07	+0,05	10,33	55	19,13	+ 8,80	+ 8,85	+0,05
	ϰ Virginis	„	W	14	06	06,55	„	+0,06	+0,12	+0,08	+0,06	06,79	06	15,74	+ 8,95	+ 9,00	—0,10
	α Bootis		W	14	09	50,57	„	+0,05	+0,21	+0,06	+0,04	50,85	09	59,75	+ 8,90	+ 8,95	—0,05
	α Coronae		W	15	29	17,08	0,11	—0,15	+0,22	+0,08	+0,03	17,15	29	26,01	+ 8,86	+ 8,91	—0,01
	α Serpentis	VII	W	15	38	59,93	„	—0,17	+0,16	+0,08	+0,05	59,94	38	68,83	+ 8,89	+ 8,94	—0,04
	ε Serpentis	„	W	15	44	28,40	„	—0,19	+0,15	+0,09	+0,05	28,39	44	37,26	+ 8,87	+ 8,92	—0,02
	γ Serpentis	„	W	15	50	34,12	„	—0,20	+0,18	+0,08	+0,04	34,11	50	42,96	+ 8,85	+ 8,90	0,00
	Polst. C (u. C)	„	W (7)	15	59	07,67	„	—0,22	—0,84	+0,12		05,73	59	15,09			
	„	„	O (6)	„	„	05,89											
	ε Ophiuchi	„	O	16	11	35,84	„	—0,25	+0,04	—0,11	+0,06	35,47	11	44,56	+ 9,09	+ 9,04	—0,14
	γ Herculis	„	O	16	16	17,98	„	—0,27	+0,07	—0,13	+0,04	17,58	16	26,49	+ 8,91	+ 8,86	+0,04
	ω Herculis	„	O	16	19	32,36	„	—0,27	+0,06	—0,12	+0,04	31,96	19	40,91	+ 8,95	+ 8,90	0,00
	ζ Herculis	VIII	O	16	36	28,08	„	—0,32	+0,06	—0,15	+0,03	27,59	36	36,63	+ 9,04	+ 8,99	—0,09
	20 Ophiuchi	„	O	16	42	48,82	„	—0,33	+0,03	—0,12	+0,06	48,35	42	57,28	+ 8,93	+ 8,88	+0,02
	49 Herculis	„	O	16	46	17,06	„	—0,34	+0,05	—0,12	+0,04	16,58	46	25,48	+ 8,90	+ 8,85	+0,05
	Polst. H (o. C)	„	O (6)	16	58	52,67	„	—0,37	+0,67	—0,10		51,17	58	59,52			
	„	„	W (6)	„	„	49,48											
	α Herculis	„	W	17	08	50,28	„	—0,40	+0,15	+0,12	+0,04	50,08	08	58,89	+ 8,81	+ 8,86	+0,04
	ν Serpentis	„	W	17	13	41,30	„	—0,41	+0,09	+0,12	+0,06	41,05	13	49,91	+ 8,86	+ 8,91	—0,01
	w Herculis	„	W	17	15	52,38	„	—0,42	+0,20	+0,13	+0,02	52,20	15	61,02	+ 8,82	+ 8,87	+0,03
	δ Leonis	III	W	11	07	18,54	0,09	+0,43	+0,23	—0,01	—0,02	19,08	07	29,07	+ 9,99	+10,04	—0,05
	Φ Leonis	„	W	11	10	09,26	„	+0,43	+0,15	0,00	—0,04	09,71	10	19,70	+ 9,99	+10,04	—0,05
	σ Leonis	„	W	11	14	32,41	„	+0,41	+0,18	0,00	—0,03	32,88	14	42,83	+ 9,95	+10,00	—0,01
	Polst. M (u. C)	„	W (7)	11	27	22,59	„	+0,38	—2,25	+0,23		20,06	27	30,07			
	„	„	O (8)	„	„	20,98											
	β Leonis	„	O	11	42	32,31	0,08	+0,34	+0,11	—0,03	—0,03	32,62	42	42,62	+10,00	+ 9,95	+0,04
	A^2 Virginis	„	O	11	48	29,62	„	+0,33	+0,10	—0,03	—0,03	29,91	48	39,95	+10,04	+ 9,99	0,00
	π Virginis	„	O	11	54	19,29	„	+0,31	+0,10	—0,03	—0,03	19,56	54	29,63	+10,07	+10,02	—0,03
	η Virginis		O	12	13	22,16	0,09	+0,26	+0,08	—0,05	—0,04	22,32	13	32,29	+ 9,97	+ 9,92	+0,07
	f Virginis	IV	O	12	30	12,57	0,08	+0,22	+0,06	—0,07	—0,04	12,66	30	22,78	+10,12	+10,07	—0,08
	ϱ Virginis	„	O	12	35	25,16	„	+0,20	+0,08	—0,08	—0,03	25,25	35	35,30	+10,05	+10,00	—0,01
	d^2 Virginis	„	O	12	39	09,86	0,09	+0,19	+0,08	—0,08	—0,03	09,93	39	19,96	+10,03	+ 9,98	+0,01

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—) s	Reduction auf den mittleren Moment s	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit s	Collimation und tägl. Aberration s	Azimuth-Correction s	ti s	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction s	Uhr-Correction verbessert um ±d s	Abweichung vom Tagesmittel s
1875 Mai 12; 13h 52m	Polst. A (u. C)	IV	O (5)	12	51	32,71	0,09	+0,16	—1,28	+0,18		33,53	51	42,57			
	„	„	W (5)	„	„	36,41											
	β Comae	„	W	13	05	54,27	„	+0,12	+0,22	+0,10	—0,02	54,60	05	64,51	+ 9,91	+ 9,96	+0,03
	61 Virginis	„	W	13	11	43,80	„	+0,11	+0,09	+0,09	—0,05	43,95	11	53,87	+ 9,92	+ 9,97	+0,02
	α Virginis		W	13	18	28,32	„	+0,09	+0,12	+0,10	—0,04	28,50	18	38,42	+ 9,92	+ 9,97	+0,02
	ζ Virginis	V	W	13	28	11,37	„	+0,06	+0,16	+0,10	—0,04	11,56	28	21,40	+ 9,84	+ 9,89	+0,10
	α Bootis		O	14	09	49,89	0,10	—0,05	+0,08	—0,16	—0,03	49,63	09	59,75	+10,12	+10,07	—0,08
	α Coronae		O	15	29	16,38	„	—0,26	+0,11	—0,22	—0,02	15,89	29	26,02	+10,13	+10,08	—0,09
	α Serpentis	VII	O	15	37	59,22	„	—0,27	+0,08	—0,19	—0,03	58,71	37	68,84	+10,13	+10,08	—0,09
	ε Ophiuchi	„	W	16	11	34,83	„	—0,37	+0,14	+0,17	—0,04	34,63	11	44,57	+ 9,94	+ 9,99	0,00
	γ Herculis	„	W	16	16	16,75	0,09	—0,38	+0,22	+0,17	—0,03	16,64	16	26,50	+ 9,86	+ 9,91	+0,08
	ω Herculis	„	W	16	19	31,22	„	—0,39	+0,20	+0,17	—0,03	31,08	19	40,93	+ 9,85	+ 9,90	+0,09
	ζ Herculis	VIII	W	16	36	26,86	„	—0,43	+0,26	+0,19	—0,02	26,77	36	36,65	+ 9,88	+ 9,93	+0,06
1875 Mai 13; 14h 30m	β Leonis	III	W	11	42	34,80	0,09	+0,28	+0,20	—0,02	+0,03	35,20	42	42,61	+ 7,41	+ 7,46	+0,03
	A² Virgiuis	„	W	11	48	32,16	„	+0,27	+0,18	—0,02	+0,03	32,53	48	39,95	+ 7,42	+ 7,47	+0,02
	π Virginis		W	11	54	21,82	0,08	+0,26	+0,18	—0,02	+0,03	22,19	54	29,62	+ 7,43	+ 7,48	+0,01
	Polst. A (u. C)	IV	W (4)	12	51	36,34	0,09	+0,18	—1,40	+0,18		34,50	51	42,74			
	„	„	O (5)	„	„	34,92											
	Θ Virginis	„	O	13	03	22,83	„	+0,15	+0,06	0,00	+0,04	22,99	08	30,54	+ 7,55	+ 7,50	—0,01
	β Comae	„	O	13	05	56,80	„	+0,15	+0,11	—0,01	+0,02	56,97	05	04,50	+ 7,53	+ 7,48	+0,01
	61 Virginis	„	O	13	11	46,22	„	+0,14	+0,04	—0,01	+0,05	46,35	11	53,87	+ 7,52	+ 7,47	+0,02
	α Virginis		O	13	18	30,71	„	+0,13	+0,05	0,00	+0,04	30,84	18	38,42	+ 7,58	+ 7,53	—0,04
	m Virginis	V	O	13	34	57,49	„	+0,10	+0,05	0.00	+0,04	57,59	34	05,04	+ 7,45	+ 7,40	+0,09
	Polst. G (o. C)	„	O (7)	13	46	06,21	„	+0,08	+1,04	—0,12		06,96	46	14,36			
	„	„	W (7)	„	„	05,89											
	τ Virginis	„	W	13	55	11,62	„	+0,07	+0,14	0,00	+0,04	11,78	55	19,13	+ 7,35	+ 7,40	+0,09
	ϰ Virginis	„	W	14	06	08,20	„	+0,05	+0,11	0,00	+0,04	08,31	06	15,75	+ 7,43	+ 7,48	+0,01
	α Bootis		W	14	09	52,20	„	+0,04	+0,20	—0,03	+0,02	52,34	09	59,75	+ 7,43	+ 7,48	+0,01
	α Coronae		W	15	29	18,57	0,07	—0,12	+0,21	—0,02	+0,02	18,59	29	26,03	+ 7,44	+ 7,49	0,00
	α Serpentis	VII	W	15	38	01,42	„	—0,14	+0,16	—0,01	+0,03	01,39	38	08,85	+ 7,46	+ 7,51	—0,02
	ε Serpentis	„	W	15	44	29,86	„	—0,15	+0,15	—0,01	+0,04	29,82	44	37,28	+ 7,46	+ 7,51	—0,02
	γ Serpentis	„	W	15	50	35,58	„	—0,16	+0,18	—0,02	+0,03	35,54	50	42,98	+ 7,44	+ 7,49	0,00
	Polst. C (u. C)	„	W (7)	15	59	08,45	0,08	—0,18	—0,79	+0,12		07,40	59	15,07			
	„	„	O (7)	„	„	08,21											
	ε Ophiuchi	„	O	16	11	37,23	„	—0,21	+0,06	—0,01	+0,04	37,03	11	44,58	+ 7,55	+ 7,50	—0,01
	γ Herculis	„	O	16	16	19.19	„	—0,22	+0,09	—0,02	+0,03	18,99	16	26,51	+ 7,52	+ 7,47	+0,02
	ω Herculis	„	O	16	19	33,65	„	—0,23	+0,09	—0,01	+0,03	33,45	19	40,94	+ 7,49	+ 7,44	+0,05

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—) s	Reduction auf den mittleren Moment s	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit s	Collimation und tägl. Aberration s	Azimuth-Correction s	t_i s	Rectascension α_i m	s	Uhr-Correction s	Uhr-Correction verbessert um +d s	Abweichung vom Tagesmittel s
	ζ Herculis	VIII	O	16	36	29,40	0,08	−0,27	+0,12	−0,03	+0,02	29,16	36	36,66	+7,50	+7,45	+0,04
	20 Ophiuchi	„	O	16	42	50,00	„	−0,28	+0,06	−0,02	+0,04	49,72	42	57,31	+7,59	+7,54	−0,05
	49 Herculis	„	O	16	46	18,32	„	−0,29	+0,09	−0,02	+0,03	18,05	46	25,52	+7,47	+7,42	+0,07
	Polst. H (o. C)	„	O (7)	16	58	52,60	0,09	−0,32	+0,93	−0,10		52,46	58	59,62			
	„	„	W (5)	„	„	51,48											
	α Herculis	„	W	17	08	51,68	„	−0,35	+0,19	0,00	+0,03	51,46	08	58,92	+7,46	+7,51	−0,02
	ν Serpentis	„	W	17	13	42,63	„	−0,36	+0,11	0,00	+0,05	42,34	13	49,95	+7,61	+7,66	−0,17
	w Herculis	„	W	17	15	53,72	„	−0,36	+0,25	−0,01	+0,02	53,53	15	61,06	+7,53	+7,58	−0,09
1875 Mai 14; 14h 24m	δ Leonis	III	W	11	07	23,22	0,09	+0,28	+0,22	−0,07	+0,04	23,50	07	29,04	+5,44	+5,49	−0,02
	Φ Leonis	„	W	11	10	13,90	„	+0,28	+0,15	−0,06	+0,07	14,25	10	19,68	+5,43	+5,48	−0,01
	σ Leonis	„	W	11	14	37,03	„	+0,27	+0,17	−0,06	+0,06	37,38	14	42,80	+5,42	+5,47	0,00
	Polst. M (u. C)	„	W (7)	11	27	26,53	„	+0,26	−2,18	+0,23		25,01	27	30,69			
	„	„	O (7)	„	„	27,04											
	β Leonis	„	O	11	42	36,76	„	+0,24	+0,10	+0,02	+0,05	37,08	42	42,60	+5,52	+5,47	0,00
	A² Virginis	„	O	11	48	34,13	„	+0,23	+0,10	+0,02	+0,06	34,45	48	39,93	+5,48	+5,43	+0,04
	π Virginis	„	O	11	54	23,82	„	+0,22	+0,10	+0,02	+0.06	24,13	54	29,61	+5,48	+5,43	+0,04
	η Virginis		O	12	13	26,43	„	+0,20	+0,07	+0,02	+0,07	26,70	13	32,27	+5,57	+5,52	−0,05
	f Virginis	IV	O	12	31	17,01	„	+0,17	+0,06	+0,01	+0,07	17,23	31	22,76	+5,53	+5,48	−0,01
	ϱ Virginis	„	O	12	35	29,59	„	+0,17	+0,08	+0,01	+0,06	29,82	35	35,28	+5,46	+5,41	+0,06
	d² Virginis	„	O	12	39	14,26	„	+0,16	+0,08	+0,01	+0,06	14,48	39	19,94	+5,46	+5,41	+0,06
	Polst. A (u. C)	„	O (7)	12	51	36,40	„	+0,14	−1,28	+0,18		36,42	51	42,93			
	„	„	W (7)	„	„	38,53											
	Θ Virginis	„	W	13	03	24,87	„	+0,13	+0,12	−0,02	+0,07	25,08	03	30,53	+5,45	+5,50	−0,03
	β Comae	„	W	13	05	58,75	„	+0,12	+0,22	−0,03	+0,04	59,01	05	04,49	+5,48	+5,53	−0.06
	61 Virginis	„	W	13	11	48,27	„	+0,11	+0,09	−0,03	+0,09	48,44	11	53,86	+5,42	+5,47	0,00
	α Virginis		W	13	18	32,72	„	+0,10	+0,12	−0,01	+0,08	32,92	18	38,41	+5,49	+5,54	−0,07
	l² Virginis	V	W	13	25	24,85	„	+0,09	+0,13	−0,01	+0,07	24,54	25	29,90	+5,36	+5,41	+0,06
	ϱ Virginis	„	W	13	28	15,78	„	+0,09	+0,15	−0,01	+0.07	15,94	28	21,39	+5,45	+5,50	−0,03
	m Virginis	„	W	13	34	59,49	„	+0,07	+0,12	0,00	+0,08	59,67	35	05,03	+5,36	+5,41	+0,06
	Polst. G (o. C)	„	W (7)	13	46	07,65	„	+0,06	+1,17	−0,12		08,87	46	14,29			
	„	„	O (7)	„	„	08,05											
	τ Virginis	„	O	13	55	13,46	„	+0,05	+0,07	−0,03	+0,07	13,53	55	19,12	+5,59	+5,54	−0,07
	95 Virginis	„	O	14	00	02,62	„	+0,04	+0,05	−0,03	+0,08	02,67	00	08,21	+5,54	+5,49	−0,02
	ϰ Virginis	„	O	14	06	10,17	„	+0,03	+0,05	−0,03	+0,08	10,21	06	15,74	+5,53	+5,48	−0,01
	α Bootis		O	14	09	54,16	„	+0,02	+0,07	−0,04	+0,05	54,17	09	59,74	+5,57	+5,52	−0,05
	α Coronae		O	15	29	20,71	„	−0,11	+0,09	−0,08	+0,04	20,56	29	26,04	+5,48	+5,43	+0,04
	α Serpentis	VII	O	15	38	03,61	„	−0,13	+0,08	−0,06	+0,06	03,47	38	08,86	+5,39	+5,34	+0,13
	ε Serpentis	„	O	15	44	31,96	„	−0,14	+0,07	−0,07	+0,06	31,79	44	37,29	+5,50	+5,45	+0,02
	r Ophiuchi	„	W	16	11	39,27	„	−0,19	+0,13	+0,05	+0,08	37,25	11	44,60	+5,35	+5,40	+0,07

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti s	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um +d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s				s	s	s
	20 Ophiuchi	VIII	W	16	44	52,00	0,10	−0,26	+0,11	+0,06	+0,08	51,89	44	57,32	+5,43	+5,48	−0,01
	Polst. H (o. C)	„	W (7)	16	58	53,79	„	−0,29	+0,96	+0,10		55,17	58	59,67			
	„	„	O (6)	„	„	55,60											
	α Herculis	„	O	17	08	53,69	„	−0,31	+0,08	−0,08	+0,05	53,33	08	58,93	+5,60	+5,55	−0,08
	ν Serpentis	„	O	17	13	44,82	„	−0,32	+0,04	−0,08	+0,08	44,44	13	49,97	+5,53	+5,48	−0,01
	α Ophiuchi		O	17	29	04,82	„	−0,35	+0,07	−0,08	+0.05	04,41	29	09,94	+5,53	+5,48	−0,01
	μ Herculis		O	17	41	30,83	„	−0,38	+0,10	−0,09	+0,04	30,40	41	35,93	+5,53	+5,48	−0,01
1875 Mai 15; 14^h 34^m	δ Leonis	III	O	11	07	24,37	0,13	+0,20	+0,09	+0,04	+0,01	24,58	07	29,03	+4,45	+4,40	−0,07
	Φ Leonis	„	O	11	10	15,09	„	+0,20	+0,06	+0,05	+0,02	15,29	10	19,66	+4,37	+4,32	+0,01
	σ Leonis	„	O	11	14	38,25	„	+0,20	+0,07	+0,05	+0,02	38,46	14	42,79	+4,33	+4,28	+0,05
	Polst. M (u. C)	„	O (7)	11	27	27,16	„	+0,19	−1,75	+0,23		26,74	27	31,02			
	„	„	W (7)	„	„	27,85											
	β Leonis	„	W	11	42	38.18	„	+0,18	+0,18	−0,07	+0,02	38,36	42	42,58	+4.22	+4,27	+0,06
	A² Virginis	„	W	11	48	35,55	„	+0,17	+0,16	−0,07	+0,02	35,70	48	39,92	+4,22	+4,27	+0,06
	π Virginis	„	W	11	54	25,19	„	+0,17	+0,16	−0,07	+0,02	25,34	54	29,60	+4,26	+4,31	+0,02
	η Virginis		W	12	13	27,90	„	+0,16	+0,14	−0,07	+0,02	28,02	13	32,26	+4,24	+4,29	+0,04
	f Virginis	IV	W	12	30	18,39	„	+0,14	+0,12	−0,06	+0,02	18,48	30	22,76	+4,28	+4,33	0,00
	ϱ Virginis	„	W	12	35	30,98	„	+0,14	+0,17	−0,06	+0,02	31,12	35	35,27	+4,15	+4,20	+0,13
	d² Virginis	„	W	12	39	15,56	„	+0,14	+0,16	−0,06	+0,02	15,69	39	19,93	+4,24	+4,29	+0,04
	Polst. A (u. C)	„	W (7)	12	51	39,45	„	+0,12	−1,32	+0,18		38,86	51	43,34			
	„	„	O (7)	„	„	40,57											
	Θ Virginis	„	O	13	03	25,97	„	+0,11	+0,05	+0,04	+0.02	26,06	03	30,52	+4,46	+4,41	−0,08
	β Comae	„	O	13	05	59,96	0,12	+0,11	+0,10	+0,04	+0,01	60,10	06	04,49	+4,39	+4,34	−0,01
	61 Virginis	„	O	13	11	49,43	„	+0,10	+0,04	+0,04	+0,03	49,52	11	53,86	+4,34	+4,29	+0,04
	α Virginis		O	13	18	33,89	„	+0,10	+0.05	+0,03	+0,03	33,98	18	38,41	+4,43	+4,38	−0,05
	l² Virginis	V	O	13	25	25,45	„	+0,09	+0,05	+0,03	+0,02	25,52	25	29,90	+4,38	+4,33	0,00
	ζ Virginis	„	O	13	28	16,95	„	+0,09	+0,06	+0,03	+0,02	17,03	28	21,39	+4,36	+4,31	+0,02
	m Virginis	„	O	13	35	00,57	„	+0,08	+0,05	+0,03	+0,02	00,63	35	05,03	+4,40	+4,35	−0,02
	Polst. G (o. C)	„	O (7)	13	46	09,09	0,13	+0,06	+0,96	−0,12		09,96	46	14,20			
	„	„	W (7)	„	„	09,29											
	τ Virginis	„	W	13	55	14,73	0,14	+0,05	+0,14	−0,04	+0,02	14,76	55	19,12	+4,36	+4,41	−0,08
	95 Virginis	„	W	14	00	03,86	„	+0,05	+0,11	−0,04	+0,03	03,87	00	08,21	+4,34	+4,39	−0,06
	ϰ Virginis	„	W	14	06	11,45	„	+0,04	+0,11	−0,04	+0,03	11,45	06	15,74	+4,29	+4,34	−0,01
	α Bootis		W	14	09	55,35	„	+0,03	+0,20	−0,05	+0,01	55,40	09	59,74	+4,34	+4.39	−0,06
	ζ Librae	VI	W	15	21	10,50	0,13	−0,07	+0,10	−0,04	+0,03	10,39	21	14,72	+4,33	+4,38	−0,05
	α Coronae		W	15	29	21,74	„	−0,08	+0,23	−0,05	+0,01	21,72	29	26,02	+4,30	+4,35	−0,02
	α Serpentis	VII	W	15	38	04,64	0,12	−0,10	+0,17	−0,03	+0,02	04,58	38	08,86	+4,28	+4,33	0,00

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti s	Rectascension αi m	s	Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um +d	Abweichung vom Tagesmittel
							s	s	s	s	s				s	s	s
	ε Serpentis	VII	W	15	44	32,99	0,11	−0,11	+0,16	−0,02	+0,02	32,93	44	37,29	+4,36	+4,41	−0,08
	γ Serpentis	„	W	15	50	38,76	„	−0,12	+0,20	−0,02	+0,02	38,73	50	43,99	+4,26	+4,31	+0,02
	Polst. C (u. C)	„	W (7)	15	59	12,28	„	−0,13	−1,03	+0,12		10,79	59	15,06			
	„	„	O (7)	„	„	11,60											
	ε Ophiuchi	„	O	16	11	40,38	„	−0,15	+0,07	0,00	+0,02	40,21	11	44,61	+4,40	+4,35	−0,02
	γ Herculis	„	O	16	16	22,39	„	−0,16	+0,10	0,00	+0,01	22,23	16	26,53	+4,30	+4,25	+0,08
	ω Herculis	„	O	16	19	36,84	„	−0,17	+0,10	0,00	+0,02	36,68	19	40,96	+4,28	+4,23	+0,10
	ζ Herculis	VIII	O	16	35	32,60	0,12	−0,20	+0,12	−0,01	+0,01	32,40	35	36,68	+4,28	+4,23	+0,10
	20 Ophiuchi	„	O	16	42	53,15	0,13	−0,21	+0,06	−0,01	+0,03	52,89	42	57,33	+4,44	+4,39	−0,06
	49 Herculis	„	O	16	46	21,49	„	−0,22	+0,10	−0,01	+0,02	21,25	46	25,54	+4,29	+4,24	+0,09
	Polst. H (o. C)	„	O (7)	16	58	55,74	0,14	−0,25	+1,04	−0,10		55,93	58	59,73			
	„	„	W (7)	„	„	55,01											
	α Herculis	„	W	17	08	54,83	„	−0,26	+0,20	−0,01	+0,02	54,64	08	58,95	+4,31	+4,36	−0,03
	ν Serpentis	„	W	17	13	45,93	0,15	−0,28	+0,11	−0.01	+0,03	45.63	13	49,98	+4,35	+4,40	−0,07
	w Herculis	„	W	17	15	57,00	„	−0,28	+0,26	−0,02	+0,01	56,82	16	01,09	+4,27	+4,32	+0,01
1875 Mai 16; 14h 13m	δ Leonis	III	W	11	07	16,56	0,11	+0,20	+0,21	−0,09	+0,03	16,80	07	29,01	+12,21	+12,26	+0,03
	σ Leonis	„	W	11	14	30,30	„	+0,20	+0,17	−0,08	+0,05	30,53	14	42,77	+12,24	+12,29	0,00
	Polst. M (u. C)	„	W (5)	11	27	18,58	„	+0,18	−1,97	+0,23		17,58	27	31,37			
	„	„	O (5)	„	„	19,92											
	β Leonis	„	O	11	42	29,90	„	+0,16	+0,09	+0,06	+0,04	30,14	42	42,57	+12,43	+12,38	−0,09
	A² Virginis	„	O	11	48	27,29	„	+0,16	+0,08	+0,06	+0,05	27,53	48	39,91	+12,38	+12,33	−0,04
	π Virginis	„	O	11	54	16,99	0,10	+0,15	+0,08	+0,06	+0,05	17,23	54	29,58	+12,35	+12,30	−0,01
	η Virginis		O	12	13	19,68	„	+0,13	+0,07	+0,06	+0,05	19,89	13	32,25	+12,36	+12,31	−0,02
	f Virginis	IV	O	12	30	10,14	„	+0,12	+0,07	+0,06	+0,06	10,35	30	22,75	+12,40	+12,35	−0,06
	ρ Virginis	„	O	12	35	22,74	„	+0,11	+0,09	+0,05	+0,04	22,93	35	35,26	+12,33	+12,28	+0,01
	d² Virginis	„	O	12	39	07,40	0,09	+0,11	+0,08	+0,05	+0,05	07,60	39	19,92	+12,32	+12,27	+0,02
	Polst. A (u. C)	„	O (7)	12	51	31,38	„	+0,09	−1,41	+0,18		29,98	51	43,35			
	„	„	W (7)	„	„	31,04											
	Θ Virginis	„	W	13	03	18,12	„	+0,08	+0,13	−0,07	+0,06	18,23	03	30,51	+12,28	+12,33	−0,04
	β Comae	„	W	13	05	52,15	„	+0,08	+0,23	−0,09	+0,03	52,31	06	04,47	+12,16	+12,21	+0,08
	61 Virginis	„	W	13	11	41,56	„	+0,07	+0,09	−0,07	+0,07	41,63	11	53,85	+12,22	+12,27	+0,02
	α Virginis		W	13	18	26.10	„	+0,06	+0,12	−0,07	+0,06	26,18	18	38,40	+12,22	+12,27	+0,02
	l² Virginis	V	W	13	25	17,58	„	+0,05	+0,12	−0,07	+0,06	17,65	25	29,89	+12,24	+12,29	0,00
	ζ Virginis	„	W	13	28	09,09	„	+0,04	+0,14	−0,07	+0,05	09,16	28	21,38	+12,22	+12,27	+0,02
	m Virginis	„	W	13	34	52,65	„	+0,04	+0,12	−0,06	+0,06	52,72	35	05,02	+12,30	+12,35	−0,06
	Polst. G (o. C)	„	W (7)	13	46	01,00	0,10	+0,03	+1,08	−0,12		01,82	46	14,09			
	„	„	O (7)	„	„	00,86											

Datum und Reductionszeit	Stern	Zeitbestimmungsgruppe	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden			Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung incl. Zapfenungleichheit	Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	ti	Rectascension αi		Uhr-Correction	Uhr-Correction verbessert um ±d	Abweichung vom Tagesmittel
				h	m	s	s	s	s	s	s	s	m	s	s	s	
	τ Virginis	V	O	13	55	06,63	0,10	+0,02	+0,06	+0,04	+0,05	06,70	55	19,12	+12,42	+12,37	−0,08
	95 Virginis	„	O	13	59	55,72	„	+0,01	+0,05	+0,04	+0,06	55,78	60	08,20	+12,42	+12,37	−0,08
	κ Virginis	„	O	14	06	03,34	„	+0,01	+0,04	+0,04	+0,06	03,39	06	15,78	+12,39	+12,34	−0,05
	α Bootis		O	14	09	47,40	„	0,00	+0,06	+0,03	+0,04	47,43	09	59,75	+12,32	+12,27	+0,02
	α Serpentis	VII	O	15	37	56,52	0,08	−0,10	+0,05	0,00	+0,05	56,44	38	08,87	+12,43	+12,38	−0,09
	ε Serpentis	„	O	15	44	24,99	„	−0,11	+0,05	−0,01	+0,05	24,89	44	37,30	+12,41	+12,36	−0,07
	γ Serpentis	„	O	15	50	30,75	0,07	−0,12	+0,06	−0,02	+0,04	30,64	50	43,00	+12,36	+12,31	−0,02
	Polst. C (u. C)	„	O (7)	15	59	03,29	„	−0,13	−0,70	+0,12		03,05	59	15,08			
	„	„	W (7)	„	„	04,37											
	ε Ophiuchi	„	W	16	12	32,40	„	−0,14	+0,11	0,00	+0,06	32,36	12	44,62	+12,26	+12 31	−0,02
	γ Herculis	„	W	16	16	14,42	„	−0,15	+0,17	−0,01	+0,04	14,40	16	26,54	+12,14	+12,19	+0,10
	ω Herculis	„	W	16	20	28,84	„	−0,16	+0,15	0,00	+0,04	28,80	20	40,97	+12,17	+12,22	+0,07
	ζ Herculis	VIII	W	16	36	24,46	„	−0,18	+0,24	0,00	+0,02	24,47	36	36,69	+12,22	+12,27	+0,02
	20 Ophiuchi	„	W	16	42	45,19	0,08	−0,19	+0,11	+0,01	+0,06	45,10	42	57,35	+12,25	+12,30	−0,01
	49 Herculis	„	W	16	46	13,44	„	−0,19	+0,18	+0,01	+0,04	13,40	46	25,55	+12,15	+12,20	+0,09
	Polst. H (o. C)	„	W (7)	16	58	47,11	0,09	−0,21	+0,99	−0,10		48,20	58	59,77			
	„	„	O (6)	„	„	48,11											
	α Herculis	„	O	17	08	46,97	„	−0,22	+0,08	−0,03	+0,04	46,75	08	58,96	+12,21	+12,16	+0,13
	ν Serpentis	„	O	17	13	37,95	0,10	−0,23	+0,05	−0,03	+0,06	37,70	13	50,00	+12,30	+12,25	+0,04
	w Herculis	„	O	17	15	48,99	„	−0,23	+0,11	−0,04	+0,02	48,75	16	01,10	+12,35	+12,30	−0,01

Die für die einzelnen Abende in Rechnung zu nehmendem Uhr-Correctionen der Registrir-Uhr Berthoud (B) sind nachfolgend zusammengestellt; die Gewichte der für die Uhr-Correctionen der einzelnen Abende gefundenen Mittelwerthe sind hiebei wieder nach der bereits im I. Theile der Längenbestimmungen benützten Formel: $\frac{pz}{0{,}7\,p + 0{,}3\,z}$ berechnet worden.

	Für die Epoche (h)	Uhrcorrection (s)						Gewicht
3. Mai	12,50	+ 6,467	aus	9	Zeit-	und 2	Pol-Sternen;	4,4
4. „	12,33	+ 3,818	„	17	„	„ 2	„	5,2
5. „	14,75	+ 1,450	„	25	„	„ 5	„	11,4
6. „	14,00	− 0,719	„	22	„	„ 4,5	„	10,2
9. „	14,23	+ 12,445	„	32	„	„ 5	„	12,2
11. „	14,50	+ 8,898	„	30	„	„ 5	„	12,0
12. „	13,87	+ 9,988	„	21	„	„ 2	„	5,5
13. „	14,50	+ 7,488	„	24	„	„ 4	„	9,6
14. „	14,40	+ 5,469	„	30	„	„ 4	„	10,2
15. „	14,57	+ 4,327	„	35	„	„ 5	„	12,5
16. „	14,22	+ 12,2925	„	32	„	„ 5	„	12,2
				277	„	„ 43,5	„	

Für die Reduction der Zeichenwechsel werden daher unter Berücksichtigung der auf pag. 467 vorgetragenen Uhrgänge folgende Uhr-Correctionen zur Anwendung zu bringen sein:

		s	s	h
4. Mai	u = +	3,547	— 0,1184	(t — 14,73)
5. „	u = +	1,447	— 0,1320	(t — 14.77)
6. „	u = —	0,792	— 0,1117	(t — 14,65)
9. „	u = +	12,337	— 0,1216	(t — 15,13)
11. „	u = +	8,795	— 0,1512	(t — 15,18)
12. „	u = +	9,681	— 0,1578	(t — 15,82)
13. „	u = +	7,385	— 0,1256	(t — 15.33)
14. „	u = +	5,382	— 0,1071	(t — 15,24)
15. „	u = +	4,290	— 0,0904	(t — 15,00)
16. „	u = +	12,220	— 0,0746	(t — 15,23)

Am 3. Mai kam kein Signalwechsel zu Stande.

Nach den von den Herren Prof. von Oppolzer und Celoria erhaltenen und in dem „Resoconto delle operazioni fatte a Milano ed a Padova nel 1875 etc. etc. pag. 34 und 35" bereits veröffentlichten Mittheilungen ergaben sich die nachfolgenden Uhr-Correctionen und zwar:

für Wien:

		s	s	h						
4. Mai	u = —	3,918 —	0,083	(t — 14,038)	aus 37	Zeit- u.	6	Pol-Sternen;	Gewicht	15
5. „	u = —	5,796 —	0,097	(t — 13,213)	„ 30	„ „	5	„	„	12
6. „	u = —	7,884 —	0,106	(t — 14,288)	„ 28	„ „	4	„	„	10
9. „	u = —	16.809 —	0,155	(t — 13.602)	„ 39	„ „	6	„	„	15
11. „	u = —	23,396 —	0,289	(t — 13,895)	„ 26	„ „	5	„	„	12
13. „	u = —	38,953 —	0,311	(t — 14,443)	„ 11	„ „	3	„	„	6
14. „	u = —	2,335 +	0,079	(t — 14,080)	„ 26	„ „	5	„	„	12
15. „	u = —	1,666 +	0,000	(t — 14,165)	„ 37	„ „	6	„	„	15
16. „	u = —	18,280 —	0,618	(t — 13,945)	„ 30	„ „	4	„	„	10

für Mailand:

		s	s	h						
4. Mai	u = +	12,154 +	0,0162	(t — 14,500)	aus 17	Zeit- u.	3	Pol-Sternen;	Gewicht	7
5. „	u = +	12,545 +	0,0175	(t — 14,500)	„ 21	„ „	3	„	„	8
6. „	u = +	12,994 +	0,0158	(t — 14,500)	„ 23	„ „	4	„	„	9
9. „	u = +	14,188 +	0,0195	(t — 14,500)	„ 25	„ „	4	„	„	10
11. „	u = +	15,150 +	0,0187	(t — 14,500)	„ 13	„ „	2	„	„	5
12. „	u = +	15,586 +	0,0173	(t — 14,500)	„ 28	„ „	5	„	„	12
13. „	u = +	15,978 +	0,0192	(t — 14,500)	„ 27	„ „	4	„	„	10
14. „	u = +	16,511 +	0,0196	(t — 14,500)	„ 31	„ „	5	„	„	12
15. „	u = +	16,918 +	0,0171	(t — 14,500)	„ 32	„ „	5	„	„	12
16. „	u = +	17,326 +	0,0170	(t — 14,500)	„ 35	„ „	5	„	„	12

Für die Bestimmung der Gewichte kam wieder die Formel $g = \frac{p z}{0,7 p + 0,3 z}$ zur Anwendung. Die nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellungen der Signalwechsel Wien-München gibt für jeden einzelnen Abend in der ersten Zeile die Mittel der Uhrzeiten für jede der vier Reihen von je 16—20 Signalen für die Stationen Wien (W) und Bogenhausen (B) sowie die für die treffende Serie geltende Uhrdifferenz (Δ) an;

in der zweiten Zeile sind die zugehörigen Federparallaxen (p) und (p′) sowie die Differenzen (u + p) (u′ + p′) eingetragen, während die dritte Zeile die der treffenden Signalreihe entsprechenden Uhr-Correctionen (u) und (u′) sowie die noch um den Betrag der sogenannten Stromzeit (s) zu verbessernden Längendifferenzen (l ∓ s) enthält. Auch hier ergab sich der mittlere Fehler einer aus 16—20 Signalen bestimmten Uhrdifferenz zu ± 0,s005. —

Zusammenstellung der Ergebnisse der Signalwechsel mit Wien.

Datum 1875	Signale von Wien (W): Epoche in Zeit von W (p, u)	B (p′, u′)	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) l−s	Signale von Bogenhausen (B): Epoche in Zeit von W (p, u)	B (p′, u′)	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) l+s	Signale von Bogenhausen (B): Epoche in Zeit von W (p, u)	B (p′, u′)	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) l+s	Signale von Wien (W): Epoche in Zeit von W (p, u)	B (p′, u′)	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) l−s
Mai 4.	14h 06,8m	13h 47,8m	19m 02,526s	14h 08,6m	13h 49,6m	19m 02,564s	14h 12,6m	13h 53,5m	19m 02,566s	14h 32,7m	14h 13,6m	19m 02,536s
	+ 0,139s	— 0,130s	— 7,311	+ 0,139	— 0,130	— 7,311	+ 0,139	— 0,130	— 7,308	+ 0,139	— 0,130	— 7,297
	— 3,924	+ 3,656	18 55,215	— 3.927	+ 3,653	18 55,253	— 3,932	+ 3,645	18 55,258	— 3,960	+ 3,606	18 55,239
Mai 5.	14h 24,2m	14h 05,2m	19m 02,443s	14h 27,6m	14h 08,1m	19m 02,484s	14h 30,4m	14h 11,4m	19m 02,484s	14h 34,3m	14h 15,2m	19m 02,426s
	+ 0,144s	— 0,080s	— 7,225	+ 0,144	— 0,080	— 7,224	+ 0,144	— 0,080	— 7,221	+ 0,144	— 0,080	— 7,220
	— 5,911	+ 1,538	18 55,218	— 5,917	+ 1,531	18 55,260	— 5,921	+ 1,524	18 55,263	— 5,928	+ 1,516	18 55,206
Mai 6.	14h 25,4m	14h 06,4m	19m 02,298s	14h 26,9m	14h 07,9m	19m 02,317s	14h 29,8m	14h 10,7m	19m 02,321s	14h 31,1m	14h 12,1m	19m 02,284s
	+ 0,135s	— 0,070s	— 6,963	+ 0,135	— 0,070	— 6,963	+ 0,135	— 0,070	— 6,963	+ 0,135	— 0,080	— 6,952
	— 7,898	— 0,730	18 55,335	— 7,901	— 0,733	18 55,354	— 7,906	— 0,738	18 55,358	— 7,908	— 0,741	18 55,332
Mai 9.	14h 36,6m	14h 17,2m	19m 24,366s	14h 38.1m	14h 18,7m	19m 24,430s	14h 41,1m	14h 21,7m	19m 24,432s	14h 42,3m	14h 22,9m	19m 24,369s
	+ 0,141s	— 0,080s	— 29,182	+ 0,141	— 0,050	— 29,214	+ 0,141	— 0,050	— 29,216	+ 0,141	— 0,050	— 29,216
	— 16,965	+ 12,438	18 55,184	— 16,969	+ 12,436	18 55,216	— 16,977	+ 12,430	18 55,216	— 16,980	+ 12,427	18 55,153
Mai 11.	14h 41,3m	14h 21,8m	19m 27,691s	14h 42,7m	14h 23,2m	19m 27,731s	14h 45,4m	14h 25,9m	19m 27,734s	14h 46,6m	14h 27,2m	19m 27,714s
	+ 0,029s	— 0,080s	— 32,435	+ 0,029	— 0,080	— 32,438	+ 0,029	— 0,080	— 32,444	+ 0,029	— 0,080	— 32,447
	— 23,625	+ 8,919	18 55,256	— 23,632	+ 8,915	18 55,293	— 23,645	+ 8.908	18 55,290	— 23,651	+ 8,905	18 55,267
Mai 13.	14h 43,3m	14h 23,6m	19m 41,641s	14h 44,9m	14h 25,2m	19m 41,667s	14h 47,3m	14h 27,6m	19m 41,669s	14h 48,2m	14h 28,7m	19m 41,663s
	+ 0,036s	— 0,090s	— 46,414	+ 0,036	— 0,090	— 46,420	+ 0,036	— 0,100	— 46,417	+ 0,036	— 0,100	— 46,420
	— 39,039	+ 7,501	18 55,227	— 39,048	+ 7,498	18 55,247	— 39,060	+ 7,493	18 55,252	— 39,065	+ 7,491	18 55,243

Datum 1875	Signale von Wien (W) Epoche in Zeit von W p u	B p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')	Signale von Bogenhausen (B) Epoche in Zeit von W p u	B p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')	Signale von Bogenhausen (B) Epoche in Zeit von W p u	B p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')	Signale von Wien (W) Epoche in Zeit von W p u	B p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')
Mai 14.	15 04,0	14 44,9	19 02,766	15 05,3	14 46,3	19 02,790	15 07,9	14 48,8	19 02,777	15 09,6	14 50,6	19 02,757
	+ 0,032	− 0,100	− 7,558	+ 0,032	− 0,100	− 7,554	+ 0,032	− 0,100	− 7,547	+ 0,032	− 0,100	− 7,543
	− 2,257	+ 5,433	18 55,203	− 2,255	+ 5,431	18 55,236	− 2,252	+ 5,427	18 55,230	− 2,250	+ 5,425	18 55,214
Mai 15.	14 53,8	14 34,7	19 00,992	14 55,3	14 36,3	19 01,042	14 57,6	14 38,6	19 01,029	15 01,5	14 42,5	19 00,994
	+ 0,007	− 0,110	− 5,875	+ 0,007	− 0,100	− 5,883	+ 0,007	− 0,100	− 5,880	+ 0,007	− 0,110	− 5,868
	− 1,666	+ 4,326	18 55,117	− 1,666	+ 4,324	18 55,159	− 1,666	+ 4,321	18 55,149	− 1,666	+ 4,319	18 55,126
Mai 16.	15 11,6	14 52,1	19 26,482	15 12,8	14 53,4	19 26,521	15 15,3	14 55,9	19 26,554	15 16,6	14 57,2	19 26,528
	+ 0,007	− 0,090	− 31,200	+ 0,007	− 0,090	− 31,212	+ 0,007	− 0,090	− 31,235	+ 0,007	− 0,100	− 31,236
	− 19,051	+ 12,246	18 55,282	− 19,064	+ 12,245	18 55,309	− 19,090	+ 12,242	18 55,319	− 19,103	+ 12,240	18 55,292

Ganz in derselben Art ist die nachfolgende Tabelle angeordnet.

Zusammenstellung der Ergebnisse der Signalwechsel mit Mailand.

Datum 1875	Signale von Bogenhausen (B) Epoche in Zeit von B p u	M p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')	Signale von Mailand (M) Epoche in Zeit von B p u	M p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')	Signale von Mailand (M) Epoche in Zeit von B p u	M p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')	Signale von Bogenhausen (B) Epoche in Zeit von B p u	M p' u'	Uhrdiff. Δ (p+u)−(p'+u')
Mai 4.	14 31,5	14 21,7	9 40,7[illegible]	14 [illegible]	14 31,3	9 48,861	14 47,7	14 37,8	9 48,963	14 51,7	14 41,9	9 48,852
	− 0,110	− 0,023	− 8,667	− 0,1[illegible]	− 0,0[illegible]5	− 8,697	− 0,120	− 0,027	− 8,709	− 0,110	− 0,030	− 8,704
	+ 3,572	+ 12,152	9 40,12[illegible]	+ 3,552	+ 12,154	9 40,164	+ 3,540	+ 12,156	9 40,254	+ 3,533	+ 12,157	9 40,148
Mai 5.	14 33,4	14 23,5	9 [illegible],256	14 44,7	14 34,8	9 51,235	14 49,2	14 39,3	9 51,251	14 51,4	14 41,6	9 51,204
	− 0,0[illegible]0	− 0,09[illegible]	− 11,0[illegible]1	− 0,060	− 0,103	− 11,053	− 0,070	− 0,108	− 11,069	− 0,080	− 0,113	− 11,080
	+ 1,474	+ 12,543	9 40,205	+ 1,450	+ 12,546	9 40,182	+ 1,440	+ 12,547	9 40,182	+ 1,435	+ 12,548	9 40,124

Datum 1875	Signale von Bogenhausen (B): Epoche in Zeit von B (p, u)	M (p′, u′)	Uhrdiff. Δ $\frac{(p+u)-(p'+u')}{1-s}$	Signale von Mailand (M): Epoche in Zeit von B (p, u)	M (p′, u′)	Uhrdiff. Δ $\frac{(p+u)-(p'+u')}{1+s}$	Signale von Mailand (M): Epoche in Zeit von B (p, u)	M (p′, u′)	Uhrdiff. Δ $\frac{(p+u)-(p'+u')}{1+s}$	Signale von Bogenhausen (B): Epoche in Zeit von B (p, u)	M (p′, u′)	Uhrdiff. Δ $\frac{(p+u)-(p'+u')}{1-s}$
Mai 6.	14h 35,5m	14h 25,7m	9m 53,814s	14h 37,2m	14h 27,3m	9m 53,835s	14h 41,2m	14h 31,3m	9m 53,847s	14h 43,3m	14h 33,4m	9m 53,834s
	− 0,065s	− 0,072s	− 13,772	− 0,065s	− 0,086s	− 13,761	− 0,050s	− 0,102s	− 13,738	− 0,050s	− 0,102s	− 13,743
	− 0,786	+ 12,993	9 40,042	− 0,789	+ 12,993	9 40,074	− 0,796	+ 12,994	9 40,109	− 0,800	+ 12,995	9 40,091
Mai 9.	14h 47,1m	14h 37,4m	9m 41,912s	15h 08,1m	14h 58,4m	9m 41,989s	15h 09,0m	14h 59,3m	0m 41,984s	15h 11,9m	15h 02,2m	9m 41,975s
	− 0,070s	− 0,098s	− 1,782	− 0,090s	− 0,094s	− 1,856	− 0,090s	− 0,095s	− 1,857	− 0,080s	− 0,087s	− 1,862
	+ 12,380	+ 14,190	9 40,130	+ 12,337	+ 14,197	9 40,133	+ 12,335	+ 14,197	9 40,127	+ 12,329	+ 14,198	9 40,113
Mai 11.	15h 08,1m	14h 58,4m	9m 46,374s	15h 09,6m	14h 59,8m	9m 46,419s	15h 13,1m	15h 03,3m	9m 46,424s	15h 14,8m	15h 05,0m	9m 46,386s
	− 0,110s	− 0,102s	− 6,365	− 0,100s	− 0,102s	− 6,358	− 0,100s	− 0,102s	− 6,368	− 0,110s	− 0,102s	− 6,384
	+ 8,802	+ 15,159	9 40,009	+ 8,799	+ 15,159	9 40,061	+ 8,790	+ 15,160	9 40,056	+ 8,785	+ 15,161	9 40,002
Mai 12.	15h 46,6m	15h 36,9m	9m 45,943s	15h 48,1m	15h 38,3m	9m 46,011s	15h 51,1m	15h 41,3m	9m 46,038s	15h 52,8m	15h 43,0m	9m 45,960s
	− 0,100s	− 0,102s	− 5,916	− 0,100s	− 0,102s	− 5,920	− 0,110s	− 0,102s	− 5,938	− 0,100s	− 0,102s	− 5,934
	+ 9,687	+ 15,605	9 40,027	+ 9,683	+ 15,605	9 40,091	+ 9,676	+ 15,606	9 40,100	+ 9,671	+ 15,607	9 40,026
Mai 13.	15h 16,8m	15h 07,0m	9m 48,710s	15h 18,6m	15h 08,8m	9m 48,741s	15h 21,7m	15h 11,8m	9m 48,750s	15h 23,5m	15h 13,7m	9m 48,720s
	− 0,090s	− 0,108s	− 8,581	− 0,080s	− 0,108s	− 8,574	− 0,080s	− 0,108s	− 8,581	− 0,070s	− 0,108s	− 8,576
	+ 7,391	+ 15,990	9 40,129	+ 7,388	+ 15,990	9 40,167	+ 7,382	+ 15,991	9 40,169	+ 7,378	+ 15,992	9 40,144
Mai 14.	15h 11,1m	15h 01,3m	9m 51,160s	15h 13,2m	15h 03,3m	9m 51,177s	15h 16,2m	15h 06,3m	9m 51,194s	15h 18,1m	15h 08,3m	9m 51,173s
	− 0,090s	− 0,088s	− 11,135	− 0,090s	− 0,088s	− 11,140	− 0,090s	− 0.088s	− 11.146	− 0,090s	− 0,088s	− 11,150
	+ 5,388	+ 16,521	9 40,025	+ 5,384	+ 16,522	9 40.037	+ 5,379	+ 16,523	9 40,048	+ 5,376	+ 16,524	9 40,023
Mai 15.	14h 58,1m	14h 48,2m	9m 52,828s	15h 00,2m	14h 50,3m	9m 52,856s	15h 03.2m	14h 53,3m	9m 52,878s	15h 04,8m	14h 54,9m	9m 52,858s
	− 0,120s	− 0,053s	− 12,697	− 0,130s	− 0,053s	− 12,711	− 0,130s	− 0,053s	− 12,717	− 0,140s	− 0,053s	− 12,729
	+ 4,293	+ 16,923	9 40,131	+ 4,290	+ 16,924	9 40,145	+ 4,285	− 16,925	9 40,161	+ 4,283	+ 16,925	9 40,129
Mai 16.	15h 10,9m	15h 01,1m	9m 45,217s	15h 12,6m	15h 02,8m	9m 45,262s	15h 15,6m	15h 05,8m	9m 45,271s	15h 16,9m	15h 07,1m	9m 45,229s
	− 0,090s	− 0,057s	− 5,144	− 0,050s	− 0,057s	− 5,107	− 0,050s	− 0,057s	− 5,111	− 0,080s	− 0,057s	− 5,142
	+ 12,224	+ 17,335	9 40,073	+ 12,221	+ 17,335	9 40,155	+ 12.218	+ 17,336	9 40,160	+ 12,217	+ 17,336	9 40,087

Die nun folgende Tabelle resumirt die für die Zeichenwechsel der einzelnen Abende sich ergebenden Längendifferenzen und Stromzeiten; bedeuten g und g' die den Zeitbestimmungen der beiden Stationen zukommenden Gewichte, so gibt $\frac{gg'}{g+g'}$, das dem Resultate des treffenden Abendes entsprechende Gewicht.

Zusammenstellung der erhaltenen Längendifferenzen.

Stationen	Datum 1875	Längen-Differenz m	s	Gewichte der Zeitbestimmung an beiden Stationen		Stromzeit s	Gewicht des Tages-Resultates	Abweichung vom Gesammt-Resultate s
Wien-Bogenhausen	4. Mai	18	55,241	15	5,2	0,014	3,9	— 0,002
	5. „		55,237	12	11,4	0,025	5,8	+ 0,002
	6. „		55,345	10	10,2	0,011	5,0	— 0,106
	9. „		55,192	15	12,2	0,024	6,7	+ 0,047
	11. „		55,276	12	12,0	0,015	6,0	— 0,037
	13. „		55,242	6	9,6	0,007	3,7	— 0,003
	14. „		55,222	12	10,2	0,011	5,5	+ 0,017
	15. „		55,138	15	12,5	0,016	6,8	+ 0,101
	16. „		55,300	10	12,2	0,014	5,5	— 0,061
Bogenhausen-Mailand	4. Mai	9	40,174	5,2	7	0,035	3,0	— 0,064
	5. „		40,173	11,4	8	0,009	4,5	— 0,063
	6. „		40,079	10,2	9	0,013	4,9	+ 0,031
	9. „		40,126	12,2	10	0,004	5,4	— 0,016
	11. „		40,032	12,0	5	0,026	3,5	+ 0,078
	12. „		40,061	5,5	12	0,034	3,8	+ 0,049
	13. „		40,152	9,6	10	0,016	4,9	— 0,042
	14. „		40,033	10,2	12	0,009	5,5	+ 0,077
	15. „		40,142	12,5	12	0,012	6,2	— 0,032
	16. „		40,119	12,2	12	0,039	6,2	— 0,009

Aus den vorstehenden Partialwerthen für die einzelnen Abende ergeben sich als unmittelbares Resultat für Bogenhausen folgende Längendifferenzen:

Wien-Bogenhausen: $18^m\ 55{,}^s239$; m. F. $= \pm\ 0{,}^s021$
Stromzeit: $0{,}^s0152$; m. F. $= \pm\ 0{,}^s0020$
Bogenhausen-Mailand: $9^m\ 40{,}^s110$; m. F. $= \pm\ 0{,}^s016$
Stromzeit: $0{,}^s0197$; m. F. $= \pm\ 0{,}^s0040$

Das Verhältniss der beiden Stromzeiten ist nahe gleich 0,75 : 1 und entspricht dem der Länge der Telegraphenleitungen Wien-München und München-Mailand (via Brenner), welches sich auf 0,7 : 1 stellt.

Die vorstehend erhaltenen Längendifferenzen müssen nun um den Betrag der Personaldifferenzen der treffenden Beobachter verbessert werden. Zur Ermittelung dieser Correction wurden sowohl vor Beginn der Beobachtungen auf den vier Stationen als nach Abschluss derselben, — am 26., 27. und 28. April zu Mailand, am 20., 21. und 22. Mai zu Wien, — die nöthigen Vergleichungen der vier betheiligten Beobachter vor-

genommen. Die Anordnung dieser Beobachtungen war derartig getroffen, dass für jeden Abend jede der sechs zwischen den vier Beobachtern Oppolzer (W), Celoria (C), Lorenzoni (L) und Orff (M) möglichen Combinationen durch eine gleiche Anzahl von Beobachtungen in beiden Lagen des Fernrohrs vertreten war. Hiebei beobachtete der eine der treffenden beiden Beobachter den Durchgang eines Sternes durch die ersten sechs Fäden des Fadensystemes, der andere aber die Passage dieses Sternes durch die letzten 6 Fäden, während sich die Reihenfolge der Beobachter für den nächsten Stern umkehrte. Die in der nachfolgenden Zusammenstellung in der vierten und zehnten Columne vorgetragenen Zahlen geben die Differenz der auf den Mittelfaden reducirten Durchgangszeiten in dem durch die in der dritten, bezw. neunten Spalte angedeuteten Sinne.

Beobachtungsergebnisse zur Ermittelung der Personalgleichungen.

a) Beobachtungen in Mailand.

Datum 1875	Lage: Ocular Ost Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ	Datum 1875	Lage: Ocular West Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ
			s	s	s				s	s	s
April 26.	ε Leonis	C—L	+0,47	+0,270	+0,20	April 26.	λ Hydrae	C—L	+0,14	+0,073	+0,07
	4 Sextantis		+0,07		−0,20		21 Sextantis		+0,12		+0,05
	3398 Leonis		+0,35		+0,08		ζ Leonis		−0,05		−0,12
	π Leonis		+0,38		+0,11		22 Sextantis		+0,06		−0,01
	ν^2 Hydrae		+0,10		−0,17		γ Leonis		−0,05		−0,12
	d Leonis		+0,25		−0,02		43 Leonis		+0,22		+0,15
	27 Sextantis	M—C	+0,23	+0,138	+0,09		β Leonis min.	M—C	−0,11	−0,188	+0,08
	1 Leonis		+0,14		0,00		29 Sextantis		−0,27		−0,08
	54 Leonis		+0,22		+0,08		ρ Leonis		−0,04		+0,15
	α Crateris		+0,04		−0,10		48 Leonis		−0,27		−0,08
	6 Leonis		+0,05		−0,09		36 Leonis min.		−0,17		+0,02
	χ Leonis		+0,15		+0,01		ψ^3 Hydrae		−0,27		−0,08
	p^3 Leonis	C—W	+0,27	+0,173	+0,10		78 Leonis	C—W	−0,06	−0,017	−0,04
	β Crateris		+0,03		−0,14		81 Leonis		−0,03		−0,01
	δ Leonis		+0,19		+0,02		ι Leonis		−0,01		+0,01
	φ Leonis		+0,22		+0,05		e Leonis		+0,03		+0,05
	76 Leonis		+0,18		+0,01		89 Leonis		+0,02		+0,04
	σ Leonis		+0,15		−0,02		Leonis		−0,05		−0,03
	o Virginis	M—L	+0,33	+0,208	+0,12		92 Leonis	M—L	+0,04	+0,030	+0,01
	4080 Virginis		−0,07		−0,28		ξ Virginis		+0,07		+0,04
	10 Virginis		+0,28		+0,07		β Leonis		+0,06		+0,03
	12 Virginis		+0,14		−0,07		4006 Virginis		−0,04		−0,07
	7 Comae		+0,17		−0,04		A^2 Virginis		−0,02		−0,05
	η Virginis		+0,40		+0,19		4043 Virginis		+0,07		+0,04
	14 Comae	L—W	+0,01	+0,048	−0,04		d^2 Virginis	L—W	+0,03	+0,027	0,00
	δ Corvi		+0,09		+0,04		30 Comae		+0,09		+0,06
	9 Virginis		+0,12		+0,07		31 Comae		−0,07		−0,10
	f Virginis		+0,06		+0,01		ψ Virginis		+0,04		+0,01
	26 Comae		+0,07		+0,02		δ Virginis		+0,05		+0,02
	ρ Virginis		−0,06		−0,11		36 Comae		+0,02		−0,01
	65 Virginis	M—W	+0,22	+0,187	+0,03		ε Virginis	M—W	+0,03	+0,026	0,00
	α Virginis		0,00		−0,19		39 Comae		+0,16		+0,13
	69 Virginis		+0,22		+0,03		Θ Virginis		−0,01		−0,04
	71 Virginis		+0,32		+0,13		61 Virginis		+0,04		+0,01
	ζ Virginis		+0,12		−0,07		4466 Virginis		−0,09		−0,12
	81 Virginis		+0,24		+0,05						

Lage: Ocular Ost

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ
			s	s	s
April 27.	ζ Leonis	L—W	+ 0,07		0,00
	22 Sextantis		− 0,03		− 0,10
	γ Leonis		+ 0,16	+ 0,067	+ 0,09
	23 Sextantis		+ 0,05		− 0,02
	43 Leonis		+ 0,13		+ 0,06
	44 Leonis		+ 0,02		− 0,05
	χ Leonis	M—L	+ 0,22		− 0,04
	p³ Leonis		+ 0,13		− 0,13
	67 Leonis		+ 0,29	+ 0,257	+ 0,03
	β Crateris		+ 0,23		− 0,03
	δ Leonis		+ 0,32		+ 0,06
	φ Leonis		+ 0,35		+ 0,09
	76 Leonis	C—L	− 0,13		− 0,22
	σ Leonis		+ 0,19		+ 0,10
	78 Leonis		+ 0,12	+ 0,093	+ 0,03
	81 Leonis		+ 0,18		+ 0,09
	τ Leonis		− 0,06		− 0,15
	e Leonis		+ 0,26		+ 0,17
	12 Virginis	M—W	+ 0,23		− 0,02
	7 Comae		+ 0,30		+ 0,05
	η Virginis		+ 0,24	+ 0,247	− 0,01
	12 Comae		+ 0,25		0,00
	14 Comae		+ 0,26		+ 0,01
	δ Corvi		+ 0,20		− 0,05
	9 Virginis	M—C	− 0,07		− 0,07
	f Virginis		− 0,03		− 0,03
	26 Comae		− 0,02	− 0,003	− 0,02
	ρ Virginis		− 0,03		− 0,03
	d² Virginis		+ 0,17		+ 0,17
	30 Comae		− 0,04		− 0,04
	71 Virginis	C—W	+ 0,12		− 0,07
	l² Virginis		+ 0,16		− 0,03
	ζ Virginis		+ 0,22	+ 0,185	+ 0,03
	81 Virginis		+ 0,20		+ 0,01
	4559 Virginis		+ 0,16		− 0,03
	85 Virginis		+ 0,25		+ 0,06
April 28.	89 Leonis	M—W	+ 0,29		+ 0,04
	ω Leonis		+ 0,20	+ 0,250	− 0,05
	92 Leonis		+ 0,27		+ 0,02
	ξ Virginis		+ 0,24		− 0,01
	12 Comae	M—C	+ 0,01		− 0,01
	δ Corvi		+ 0,10	+ 0,017	+ 0,08
	9 Virginis		− 0,01		− 0,03
	f Virginis		− 0,03		− 0,05
	ρ Virginis	M—L	+ 0,16		− 0,15
	d² Virginis		+ 0,42	+ 0,308	+ 0,11
	30 Comae		+ 0,43		+ 0,12
	31 Comae		+ 0,22		− 0,09
	61 Virginis	C—W	+ 0,25		0,00
	4466 Virginis		+ 0,29	+ 0,250	+ 0,04
	65 Virginis		+ 0,23		− 0,02
	α Virginis		+ 0,23		− 0,02

Lage: Ocular West

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ
			s	s	s
April 27.	29 Sextantis	L—W	+ 0,20		+ 0,17
	ρ Leonis		− 0,12		− 0,15
	48 Leonis		+ 0,08	+ 0,033	+ 0,05
	36 Leonis		− 0,07		− 0,10
	ψ³ Hydrae		+ 0,27		+ 0,24
	3661 Leonis		− 0,16		− 0,19
	37 Sextantis	M—L	− 0,25		− 0,15
	1 Leonis		− 0,11		− 0,01
	3726 Leonis		− 0,26	− 0,098	− 0,16
	54 Leonis		− 0,12		− 0,02
	α Crateris		+ 0,06		+ 0,16
	6 Leonis		+ 0,09		+ 0,19
	89 Leonis	C—L	+ 0,03		0,00
	υ Leonis		+ 0,05		+ 0,02
	92 Leonis		+ 0,03	+ 0,027	0,00
	ξ Virginis		0,00		− 0,03
	β Leonis		+ 0,14		+ 0,11
	4006 Virginis		− 0,09		− 0,12
	A² Virginis	M—W	+ 0,06		+ 0,07
	4043 Virginis		+ 0,01		+ 0,02
	π Virginis		− 0,04	− 0,012	− 0,03
	4063 Virginis		− 0,03		− 0,02
	o Virginis		+ 0,12		+ 0,13
	10 Virginis		− 0,19		− 0,18
	31 Comae	M—C	− 0,28		− 0,09
	ψ Virginis		− 0,17		+ 0,02
	δ Virginis		− 0,14	− 0,192	+ 0,05
	36 Comae		− 0,14		+ 0,05
	ε Virginis		− 0,09		+ 0,10
	39 Comae		− 0,33		− 0,14
	β Comae	C—W	+ 0,10		+ 0,07
	57 Virginis		+ 0,01		− 0,02
	61 Virginis		+ 0,02	+ 0,033	− 0,01
	4466 Virginis		+ 0,02		− 0,01
	65 Virginis		− 0,01		− 0,04
	α Virginis		+ 0,06		+ 0,03
April 28.	β Leonis	M—W	+ 0,01		− 0,01
	A² Virginis		+ 0,04	+ 0,017	+ 0,02
	4043 Virginis		+ 0,03		+ 0,01
	π Virginis		− 0,01		− 0,03
	o Virginis	M—C	− 0,03		+ 0,04
	12 Virginis		− 0,14	− 0,072	− 0,07
	7 Comae		− 0,11		− 0,04
	η Virginis		− 0,01		+ 0,06
	ψ Virginis	M—L	− 0,20		− 0,11
	δ Virginis		− 0,12	− 0,085	− 0,03
	ε Virginis		− 0,14		− 0,05
	39 Comae		+ 0,12		+ 0,21
	Θ Virginis	C—W	+ 0,22		+ 0,11
	β Comae		+ 0,09	+ 0,112	− 0,02
	Anonyma		− 0,02		− 0,13
	57 Virginis		+ 0,16		+ 0,05

Lage: Ocular Ost

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ s
	69 Virginis	L—W	s +0,18	s +0,092	+0,09
	71 Virginis		+0,06		−0,03
	1² Virginis		+0,04		−0,05
	ζ Virginis		−0,01		−0,10
	ξ Bootis		+0,19		+0,10
	ϱ Bootis	C—L	+0,19	+0,125	+0,06
	π Bootis		+0,16		+0,03
	34 Bootis		+0,18		+0,05
	109 Virginis		−0,03		−0,16

Lage: Ocular West

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ s
	8 Bootis	L—W	s +0,17	s +0,194	−0,02
	4628 Canum Ven.		+0,21		+0,02
	9 Bootis		+0,20		+0,01
	d Bootis		+0,27		+0,08
	ξ² Librae		+0,12		−0,07
	14 Bootis	C—L	0,00	+0,027	−0,03
	λ Virginis		−0,07		−0,10
	4773 Virginis		+0,17		+0,14
	f Bootis		+0,01		−0,02

b) Beobachtungen in Wien.

Ocular Ost

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ s
Mai 20.	6 Comae	C—L	+0,19	+0,108	+0,08
	η Virginis		+0,05		−0,06
	17 Virginis		+0,22		+0,11
	14 Comae		+0,01		−0,10
	21 Comae		+0,08		−0,03
	23 Comae		+0,10		−0,01
	ζ Virginis	M—C	+0,10	+0,052	+0,05
	4559 B. A. C.		+0,13		+0,08
	o Virginis		−0,02		−0,07
	3 Bootis		+0,08		+0,03
	υ Bootis		0,00		−0,05
	7 Bootis		+0,02		−0,03
	92 Virginis	C—W	+0,22	+0,160	+0,06
	4662 B. A. C.		+0,10		−0,06
	τ Virginis		+0,18		+0,02
	4679 B. A. C.		+0,12		−0,04
	95 Virginis		+0,14		−0,02
	96 Virginis		+0,20		+0,04
	α² Librae	M—L	−0,07	+0,063	−0,13
	ξ' Librae		+0,20		+0,14
	ξ² Librae		+0,06		0,00
	18 Librae		+0,03		−0,03
	4941 B. A. C.		+0,07		+0,01
	110 Virginis		+0,09		+0,03
	υ' Librae	L—W	+0,17	+0,115	+0,05
	c Bootis		+0,03		−0,09
	ι Librae		+0,24		+0,12
	26 Librae		+0,13		+0,01
	6 Serpentis		+0,09		−0,03
	ε Librae		+0,03		−0,09
	δ Scorpii	M—W	+0,28	+0,183	+0,10
	ν Herculis		+0,15		−0,03
	β Scorpii		+0,22		+0,04
	ω² Scorpii		+0,10		−0,08
	χ Scorpii		+0,16		−0,02
	18 Scorpii		+0,26		+0,08
	ε Ophiuchi		+0,11		−0,07

Ocular West

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung	Mittel	Δ s
Mai 20.	χ Virginis	C—L	−0,01	−0,015	+0,01
	ϱ Virginis		−0,11		−0,09
	d² Virginis		+0,07		+0,09
	35 Virginis		−0,04		−0,02
	37 Virginis		+0,04		+0,06
	ψ Virginis		−0,04		−0,02
	β Comae	M—C	−0,07	+0,002	−0,07
	57 Virginis		+0,12		+0,12
	61 Virginis		−0,10		−0,10
	69 Virginis		+0,01		+0,01
	71 Virginis		0,00		0,00
	1² Virginis		+0,05		+0,05
	4702 B. A. C.	C—W	+0,16	+0,142	+0,02
	κ Virginis		+0,08		−0,06
	α Bootis		+0,08		−0,06
	λ Virginis		+0,12		−0,02
	υ Virginis		+0,25		+0,11
	4767 A. B. C.		+0,17		+0,03
	4798 B. A. C.	M—L	−0,22	−0,073	−0,15
	26 Bootis		−0,12		−0,05
	4837 B. A. C.		−0,20		−0,13
	π Bootis		+0,13		+0,20
	μ Virginis		−0,15		−0,08
	ε² Bootis		+0,12		+0,19
	ξ' Librae	L—W	+0,18	+0,243	−0,06
	ζ³ Librae		+0,28		+0,04
	ζ⁴ Librae		+0,32		+0,08
	5129 B. A. C.		+0,20		−0,04
	41 Librae		+0,30		+0,06
	κ Librae		+0,18		−0,06
	α Serpentis	M—W	+0,12	+0,135	−0,02
	β Serpentis		+0,01		−0,13
	μ Serpentis		+0,20		+0,06
	λ Librae		+0,12		−0,02
	40 Serpentis		+0,17		+0,03
	γ Serpentis		+0,19		+0,05

Lage: Ocular Ost

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung (s)	Mittel	Δ (s)
Mai 21.	4 Comae	M—L	— 0,04	+ 0,133	— 0,17
	6 Comae		+ 0,55		+ 0,42
	η Virginis		— 0,07		— 0,20
	13 Comae		+ 0,36		+ 0,23
	14 Comae		— 0,12		— 0,25
	21 Comae		+ 0,12		— 0,01
	β Comae	L—W	+ 0,08	+ 0,122	— 0,04
	57 Virginis		+ 0,09		— 0,03
	61 Virginis		+ 0,14		+ 0,02
	4468 B. A. C.		+ 0,12		0,00
	α Virginis		+ 0,25		+ 0,13
	69 Virginis		+ 0,05		— 0,07
	71 Virginis	C—L	+ 0,12	+ 0,048	+ 0,07
	l² Virginis		+ 0,10		+ 0,05
	ζ Virginis		+ 0,05		0,00
	4546 B. A. C.		— 0,02		— 0,07
	4559 B. A. C.		— 0,01		— 0,06
	o Virginis		+ 0,05		0,00
	ν² Virginis	M—W	+ 0,14	+ 0,172	— 0,03
	4767 B. A. C.		+ 0,08		— 0,09
	f Bootis		+ 0,23		+ 0,06
	4798 B. A. C.		+ 0,13		— 0,04
	26 Bootis		+ 0,20		+ 0,03
	4820 B. A. C.		+ 0,25		+ 0,08
	4837 B. A. C.	M—C	+ 0,08	— 0,067	+ 0,15
	π Bootis		— 0,16		— 0,09
	ε² Bootis		— 0,15		— 0,08
	α² Librae		— 0,03		+ 0,04
	ξ' Librae		— 0,02		+ 0,05
	ξ² Librae		— 0,12		— 0,05
	5129 B. A. C.	C—W	+ 0,05	+ 0,183	— 0,13
	α Coronae		+ 0,22		+ 0,04
	41 Librae		+ 0,22		+ 0,04
	κ Librae		+ 0,16		— 0,02
	α Serpentis		+ 0,17		— 0,01
	β Serpentis		+ 0,28		+ 0,10
Mai 22.	10 Virginis	M—W	+ 0,18	+ 0,208	— 0,03
	6 Comae		+ 0,28		+ 0,07
	4134 B. A. C.		+ 0,28		+ 0,07
	η Virginis		+ 0,15		— 0,06
	17 Virginis		+ 0,18		— 0,03
	13 Comae		+ 0,23		+ 0,02
	g Virginis	M—C	+ 0,04	— 0,033	+ 0,07
	Anonyma		— 0,09		— 0,06
	β Comae		— 0,02		+ 0,01
	57 Virginis		— 0,03		0,00
	61 Virginis		+ 0,07		+ 0,10
	71 Virginis		— 0,17		— 0,14
	l² Virginis	M—L	+ 0,13	+ 0,072	+ 0,06
	ζ Virginis		+ 0,07		0,00
	4546 B. A. C.		+ 0,07		0,00
	4559 B. A. C.		+ 0,07		0,00
	m Virginis		+ 0,17		+ 0,10
	o Virginis		— 0,08		— 0,15

Lage: Ocular West

Datum 1875	Stern	Beob-achter	Personal-gleichung (s)	Mittel	Δ (s)
Mai 21.	23 Comae	M—L	— 0,15	— 0,092	— 0,06
	χ Virginis		— 0,09		0,00
	ρ Virginis		— 0,13		— 0,04
	d² Virginis		+ 0,03		+ 0,12
	35 Virginis		— 0,14		— 0,05
	37 Virginis		— 0,07		+ 0,02
	ψ Virginis	L—W	+ 0,16	+ 0,218	— 0,06
	κ Virginis		+ 0,33		+ 0,11
	4364 B. A. C.		+ 0,21		— 0,01
	48 Virginis		+ 0,24		+ 0,02
	g Virginis		+ 0,27		+ 0,05
	Anonyma		+ 0,10		— 0,12
	3 Bootis	C—L	— 0,06	— 0,010	— 0,05
	υ Bootis		0,00		+ 0,01
	7 Bootis		— 0,05		— 0,04
	92 Virginis		— 0,07		— 0,06
	4662 B. A. C.		+ 0,07		+ 0,08
	τ Virginis		+ 0,05		+ 0,06
	4679 B. A. C.	M—W	+ 0,13	+ 0,122	+ 0,01
	95 Virginis		+ 0,12		0,00
	96 Virginis		+ 0,08		— 0,04
	4702 B. A. C.		+ 0,22		+ 0,10
	14 Bootis		+ 0,05		— 0,07
	Anonyma		+ 0,13		+ 0,01
	4941 B. A. C.	M—C	— 0,03	— 0,067	+ 0,04
	110 Virginis		— 0,14		— 0,07
	ν' Librae		0,00		+ 0,07
	c Bootis		— 0,11		— 0,04
	ι Librae		— 0,03		+ 0,04
	26 Librae		— 0,09		— 0,02
	4 Serpentis	C—W	+ 0,19	+ 0,172	+ 0,02
	6 Serpentis		+ 0,15		— 0,02
	ε Librae		+ 0,15		— 0,02
	ζ' Librae		+ 0,16		— 0,01
	ζ³ Librae		+ 0,10		— 0,07
	ζ⁴ Librae		+ 0,28		+ 0,11
Mai 22.	14 Comae	M—W	+ 0,18	+ 0,148	+ 0,03
	4205 B. A. C.		+ 0,21		+ 0,06
	21 Comae		+ 0,09		— 0,06
	23 Comae		+ 0,20		+ 0,05
	f Virginis		+ 0,13		— 0,02
	χ Virginis		+ 0,08		— 0,07
	ρ Virginis	M—C	— 0,12	— 0,132	+ 0,01
	d² Virginis		— 0,20		— 0,07
	37 Virginis		— 0,13		0,00
	ψ Virginis		— 0,14		— 0,01
	κ Virginis		— 0,04		+ 0,09
	4364 B. A. C.		— 0,16		— 0,03
	3 Bootis	M—L	— 0,03	— 0,077	+ 0,05
	υ Bootis		— 0,06		+ 0,02
	7 Bootis		— 0,07		+ 0,01
	92 Virginis		— 0,13		— 0,05
	4662 B. A. C.		— 0,02		+ 0,06
	τ Virginis		— 0,15		— 0,07

Datum 1875	Lage: Ocular Ost					Datum 1875	Lage: Ocular West				
	Stern	Beobachter	Personalgleichung	Mittel	Δ s		Stern	Beobachter	Personalgleichung	Mittel	Δ s
			s						s		
	υ^2 Virginis	L—W	+0,19		+0,03		95 Virginis	L—W	+0,28		+0,06
	4767 B. A. C.		+0,30	s	+0,14		96 Virginis		+0,20	s	−0,02
	f Bootis		+0,24	+0,162	+0,08		Anonyma		+0,21	+0,215	−0,01
	4798 B. A. C.		+0,02		−0,14		14 Bootis		+0,21		−0,01
	26 Bootis		+0,16		0,00		α Bootis		+0,17		−0,05
	4820 B. A. C.		+0,06		−0,10		λ Virginis		+0,22		0,00
	π Bootis	C—W	+0,25		−0,01		18 Librae	C—W	+0,20		−0,02
	μ Virginis		+0,26		0,00		4911 B. A. C.		+0,23		+0,01
	ε^2 Bootis		+0,29	+0,255	+0,03		110 Virginis		+0,28	+0,215	+0,06
	4888 B. A. C.		+0,28		+0,02		υ' Librae		+0,16		−0,06
	ξ' Librae		+0,26		0,00		c Bootis		+0,25		+0,03
	ξ^2 Librae		+0,19		−0,07		ι Librae		+0,17		−0,05
	41 Librae	C—L	+0,03		−0,09		26 Librae	C—L	+0,01		0,00
	ϰ Librae		+0,04		−0,08		6 Serpentis		+0,06		+0,05
	α Serpentis		+0,17	+0,118	+0,05		ζ' Librae		+0,03	+0,010	+0,02
	β Serpentis		+0,20		+0,08		ζ^3 Librae		−0,05		−0,06
	μ Serpentis		+0,21		+0,09		ζ^4 Librae		+0,04		+0,03
	λ Librae		+0,06		−0,06		5129 B. A. C.		−0,03		−0,04

Bezieht man die Personaldifferenzen sämmtlich auf Professor von Oppolzer, als denjenigen Beobachter, dessen absolute Personalgleichung im Vergleiche mit den übrigen drei Beobachtern ein Minimum darstellt, — setzt also in vorstehenden Resultaten W = ø, — so geben die bezw. mit L—W, C—W und M—W bezeichneten Zahlen die für diese Personaldifferenzen direkt beobachteten Werthe, welchen die drei noch übrigen Combinationen C—L, M—C und M—L abgesehen von den Beobachtungsfehlern genau entsprechen müssen. Man hat also die Differenzen L—W, C—W und M—W so zu bestimmen, dass die Summe der übrig bleibenden Fehlerquadrate ein Minimum werde. Zur Erläuterung der für jeden der sechs Beobachtungs-Abende gesondert durchgeführten Ausgleichungsrechnung folgt beispielsweise die detaillirte Rechnung für den 20. Mai.

Sind $L + x_1$, $C + x_2$ und $M + x_3$ die auf Oppolzer bezogenen Personalgleichungen bezw. von Lorenzoni, Celoria und Orff und nimmt man für diesen Tag L = + 0,ˢ179, C = + 0,ˢ151, M = + 0,ˢ159 an, so ergeben sich folgende Fehlergleichungen:

$$
\begin{aligned}
0{,}179 + x_1 - 0{,}179 &= v_1 = x_1 \\
0{,}151 + x_2 - 0{,}151 &= v_2 = x_2 \\
0{,}159 + x_3 - 0{,}159 &= v_3 = x_3 \\
[0{,}151 + x_2 - 0{,}179 - x_1] - 0{,}046 &= v_4 = x_2 - x_1 - 0{,}074 \\
[0{,}151 + x_2 - 0{,}159 - x_3] + 0{,}027 &= v_5 = x_2 - x_3 + 0{,}019 \\
[0{,}159 + x_3 - 0{,}179 - x_1] + 0{,}005 &= v_6 = x_3 - x_1 - 0{,}015
\end{aligned}
$$

Nachdem die Gewichte der in die Rechnung tretenden Beobachtungen unter sich gleich angenommen werden müssen, so ergeben sich aus der Bedingung $\Sigma(v_i^2)$ = Minimum folgende 3 Normalgleichungen:

$$
\begin{aligned}
3\,x_1 - x_2 - x_3 + 0{,}089 &= ø \\
3\,x_2 - x_1 - x_3 - 0{,}055 &= ø \\
3\,x_3 - x_1 - x_2 - 0{,}034 &= ø
\end{aligned}
$$

Die Auflösung dieser Gleichungen gibt:

$$x_1 = -0,0223 \quad \text{daher} \quad L + x_1 = +0,^s157$$
$$x_2 = +0,0138 \quad „ \quad C + x_2 = +0,^s165$$
$$x_3 = +0,0085 \quad „ \quad M + x_3 = +0,^s168$$

In ganz gleicher Weise wurden die Beobachtungen der übrigen fünf Abende behandelt und schliesslich das arithmetische Mittel der für $L + x_1$, $C + x_2$ und $M + x_3$ an den einzelnen sechs Abenden erhaltenen Resultate als definitives Ergebniss für die Bestimmung der Personalgleichungen angenommen.

Die nachstehende Tabelle gibt für jeden der sechs Beobachtungsabende die erhaltenen Rechnungsresultate und die zugehörigen definitiven Werthe.

Rechnungsergebnisse für die Personalgleichungen.

Datum 1875	$L + x_1$ (s)	$C + x_2$ (s)	$M + x_3$ (s)
26. April	− 0,007	+ 0,124	+ 0,106
27. „	+ 0,047	+ 0,136	+ 0,094
28. „	+ 0,103	+ 0,186	+ 0,169
Mittel	+ 0,048	+ 0,149	+ 0,123
20. Mai	+ 0,157	+ 0,165	+ 0,168
21. „	+ 0,156	+ 0,189	+ 0,148
22. „	+ 0,182	+ 0,246	+ 0,174
Mittel	+ 0,165	+ 0,200	+ 0,163
Definitiv angenommene Werthe	+ 0,106	+ 0,174	+ 0,143

Die für die Reduction der Längendifferenzen Wien-Bogenhausen und Bogenhausen-Mailand anzuwendenden Personalgleichungen sind also:

$$M - W = +0,^s143 \quad \text{m. F.} \pm 0,^s014$$
$$\text{und} \quad M - C = -0,^s031 \quad \text{m. F.} \pm 0,^s011$$

Man hat sohin:

		W. F.
Beobachtete Längendifferenz Wien-Bogenhausen:	$18^m\ 55,^s239$	($\pm$ 0,^{s}014)
Reduction wegen der Personaldifferenz:	— 0, 143	($\pm$ 0, 009)
Reducirte Längendifferenz: *)	$18^m\ 55,^s096$	($\pm$ 0,^{s}017)

Ferner:

Beobachtete Längendifferenz Bogenhausen-Mailand:	$9^m\ 40,^s110$	($\pm$ 0,^{s}011)
Reduction wegen der Personaldifferenz:	— 0, 031	($\pm$ 0, 007)
Reducirte Längendifferenz:	$9^m\ 40,^s079$	($\pm$ 0,^{s}013)

*) In dem über die Längenbestimmungsoperation Wien-Bogenhausen-Mailand-Padua von den Herren Professoren Celoria und Lorenzoni publicirten Resoconto (XIV. Publicazione del Reale Osservatorio di Brera in Milano) wird pag. 80 diese Längendifferenz zu $18^m\ 55,^s110$ angegeben; diese Angabe, — das Resultat einer früheren provisorischen Rechnung, welche seiner Zeit durch Prof. von Oppolzer an Herrn Celoria mitgetheilt wurde, — ändert die Schlussresultate für Mailand und Padua nur ganz unwesentlich, wie die Vergleichung mit den Zahlen auf pag. 81 des Resoconto ausweist.



Ausser diesen beiden Resultaten für die Station Bogenhausen ergaben die Signalwechsel zwischen den drei anderen Stationen noch folgende der pag. 80 des „Resoconto etc. etc.“ entnommenen Längendifferenzen:

Wien-Mailand: $28^m\ 35{,}^s179$ (w. F. $= \pm\ 0{,}017$)
Wien-Padua: $17^m\ 52{,}^s016$ (w. F. $= \pm\ 0{,}020$)
Padua-Mailand: $10^m\ 43{,}^s152$ (w. F. $= \pm\ 0{,}018$)

Sind die Längendifferenzen von drei Stationen gegen die vierte, — z. B. gegen Wien, — gegeben, so folgen diejenigen zwischen den drei ersterwähnten, — hier also zwischen Bogenhausen, Mailand und Padua, — von selbst; bezeichnet man also die vorstehend aufgeführten Längendifferenzen der Reihe nach mit

$$L_1,\ L_2,\ L_3,\ L_4,\ L_5,$$

so finden die zwei Bedingungen:

$$L_2 = L_3 - L_1 \quad \text{und}$$
$$L_5 = L_3 - L_4 \quad \text{statt.}$$

Die erste dieser Bedingungen wird bis auf $0{,}^s004$, die zweite bis auf $0{,}^s011$ erfüllt.

Diese kleinen Widersprüche haben ihren Grund in dem Umstande, dass nicht an allen Beobachtungsabenden die verabredeten fünf Signalwechsel zur Ausführung gelangen konnten, sowie in den Unsicherheiten der Uhrgänge auf den vier Stationen, welche sich, — da die Zeitmomente der Signalwechsel nicht coincidiren, — in minimalen Beträgen geltend machen können, endlich aber auch in den kleinen Unvollkommenheiten der zur Uhrenvergleichung dienenden chronographischen Apparate. Wäre es möglich gewesen, an jedem Beobachtungsabende alle fünf Zeichenwechsel durchzuführen, so würde der Einfluss der Fehler der Zeitbestimmungen an sich, — d. h. der Uhr-Correctionen für den mittleren Zeitmoment eines Abends, — sich in jeder der beiden Bedingungsgleichungen genau aufheben, so dass nur mehr die beiden anderen, eben genannten Fehlerquellen wirksam blieben; die fünf Längenbestimmungen sind in diesem Falle nur drei von einander unabhängigen Operationen gleich zu achten. — Nachfolgende übersichtliche Zusammenstellung, in welcher die Gewichte der beobachteten Zeitunterschiede vorgetragen sind, gibt einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung dieser Verhältnisse.

Datum	W—B	B—M	W—M	W—P	P—M
4. Mai	3,9	3,0	4,8	—	—
5. „	5,8	4,5	4,8	—	—
6. „	5,0	4,9	4,7	4,4	4,2
7. „	—	—	0,7	0,7	0,8
8. „	—	—	5,5	1,7	0,9
9. „	6,7	5,4	6,0	6,0	5,0
10. „	—	—	—	4,0	4,2
11. „	6,0	3,5	3,5	4,4	2,9
12. „	—	3,8	—	—	5,7
13. „	3,7	4,9	—	4,0	5,0
14. „	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
15. „	6,8	6,2	6,7	6,0	5,5
16. „	5,5	6,2	5,5	6,0	5,5

Für jede der fünf Längendifferenzen liegen also 9—11 Abende vor; an sechs Abenden, welchen überdiess durchschnittlich die grössten Gewichte zukommen, wurden

sämmtliche fünf Zeichenwechsel ausgeführt und es können sonach die fünf erhaltenen Längenunterschiede keineswegs als Ergebnisse von fünf unabhängigen Operationen betrachtet werden.

Zur Ausgleichung der zwischen den fünf Resultaten bestehenden kleinen Widersprüche wird man die Methode der kleinsten Quadrate anwenden und erhält dann, — wenn ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4, ξ_5 die an den Werthen L_1, L_2, L_3, L_4 und L_5 anzubringenden Verbesserungen bedeuten, — die Relationen:

$$p_1 \xi_1^2 + p_2 \xi_2^2 + p_3 \xi_3^2 + p_4 \xi_4^2 + p_5 \xi_5^2 = \text{Minimum}$$
$$L_1 + \xi_1 + L_2 + \xi_2 - L_3 - \xi_3 = 0 \text{ oder } \xi_1 + \xi_2 - \xi_3 + l_1 = 0$$
$$L_4 + \xi_4 + L_5 + \xi_5 - L_3 - \xi_3 = 0 \text{ oder } \xi_4 + \xi_5 - \xi_3 + l_2 = 0,$$

wobei p_1, $p_2 \ldots . p_5$ die den einzelnen Resultaten zuerkannten Gewichte sind und

$$l_1 = -0,^s004, \quad l_2 = -0,^s011.$$

Nimmt man, wie im Resoconto geschehen, die Gewichte p_1, $p_2 \ldots . p_5$ umgekehrt proportional den wahrscheinlichen Fehlern der L-Werthe an, so ergibt die Auflösung der treffenden Gleichungen

$$\xi_1 = +0,^s0004 \text{ also } L_1 + \xi_1 = 18^m\,55,^s096 \pm 0,^s013 \text{ (w. F.)}$$
$$\xi_2 = +0,^s0002 \qquad L_2 + \xi_2 = 9^m\,40,^s079 \pm 0,^s011$$
$$\xi_3 = -0,^s0034 \qquad L_3 + \xi_3 = 28^m\,35,^s176 \pm 0,^s012$$
$$\xi_4 = +0,^s0042 \qquad L_4 + \xi_4 = 17^m\,52,^s020 \pm 0,^s015$$
$$\xi_5 = +0,^s0034 \qquad L_5 + \xi_5 = 10^m\,43,^s155 \pm 0,^s014$$

Wollte man die Gewichte als gleich annehmen, so würden $L_1 + \xi_1$, $L_2 + \xi_2$ und $L_4 + \xi_4$ dieselben Werthe wie bei der angenommenen Gewichtsvertheilung erhalten, während $L_3 + \xi_3 = 28^m\,35,^s175$, $L_5 + \xi_5 = 10^m\,45,^s156$ resultiren würde.

Unter den auf die Genauigkeit telegraphischer Längenbestimmungen einwirkenden Fehlerquellen hat bekanntlich die Unsicherheit über die anzuwendende Personalgleichung und die hauptsächlich hieraus hervorgehende Ungenauigkeit der Zeitbestimmungen den bedeutendsten Einfluss auf die Resultate, gegen welchen die Unvollkommenheiten der auf telegraphischem Wege bewerkstelligten Uhrenvergleichungen entschieden in den Hintergrund treten. Es ist nicht uninteressant diese Thatsache ziffernmässig zu beleuchten, wozu die in Rede stehende combinirte Längenbestimmungsoperation eine gute Gelegenheit bietet. An den sechs Abenden, an welchen sämmtliche fünf verabredeten Zeichenwechsel wirklich durchgeführt wurden, wird nämlich die Erfüllung unserer beiden Bedingungsgleichungen unabhängig von den Zeitbestimmungsfehlern und erscheinen die Schlussfehler dieser Gleichungen als ausschliessliche Wirkung der Unsicherheit in den Uhrgängen und der Mangelhaftigkeit der chronographischen Uhrenvergleichungen. Gleicht man nun die an diesen Abenden erhaltenen Längendifferenzen in derselben Weise wie oben die Mittelwerthe aus, so ergeben sich folgende Correctionen:

	$\xi_1 = \xi_2$	ξ_3	$\xi_4 = \xi_5$
6. Mai.	$= -0,^s013$;	$= +0,^s007$;	$= +0,^s006$;
9. „	$= +0,012$;	$= -0,001$;	$= -0,011$;
11. „	$= -0,002$;	$= -0,009$;	$= +0,011$;
14. „	$= +0,008$;	$= -0,032$;	$= +0,024$;
15. „	$= +0,009$;	$= +0,003$;	$= -0,012$;
16. „	$= -0,005$;	$= +0,009$;	$= -0,004$.

Die Gewichte der einzelnen, hier in Betracht tretenden Längendifferenzen wurden mit Rücksicht auf die oben gegebene Zusammenstellung der Gewichte als unter sich gleich

angenommen. Der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Uhrenvergleichung folgt aus diesen Uhrvergleichungen zu $\varrho = \pm 0,^s009$. Diesem Resultate gegenüber stellt sich der wahrscheinliche Fehler der Längenbestimmung eines einzelnen Abendes für die fünf L-Werthe

	bei L_1 auf $R_1 = \pm 0,^s017 \cdot \sqrt{9} = \pm 0,^s051$		
	bei L_2 auf $R_2 = \pm 0,^s013 \cdot \sqrt{10} = \pm 0,^s041$	Durchschnittswerth	
	bei L_3 auf $R_3 = \pm 0,^s017 \sqrt{10} = \pm 0,^s054$	$R = \pm 0,^s054$	
	bei L_4 auf $R_4 = \pm 0,^s020 \sqrt{10} = \pm 0,^s063$		
und endlich	bei L_5 auf $R_5 = \pm 0,^s018 \sqrt{11} = \pm 0,^s060$		

Der wahrscheinliche Fehler R der Längenbestimmung eines Abendes setzt sich zusammen aus dem wahrscheinlichen Fehler r der Zeitbestimmung und demjenigen der Uhrenvergleichung ϱ und da $R^2 = r^2 + \varrho^2$ ist, so folgt $r = \pm 0,^s053$, d. h. die Unsicherheit der Zeitbestimmungen war bei unserer combinirten Operation ungefähr sechsmal so gross, als jene der telegraphischen Uhrenvergleichungen. —

Sollen die gefundenen Längendifferenzen auf den trigonometrischen Punkt der Sternwarte zu Bogenhausen, — auf das Centrum des westlichen Kuppelthürmchens der Sternwarte, — bezogen werden, so hat man zu berücksichtigen, dass dieser Punkt um $0,^s027$ westlicher liegt, als das Centrum des Hauptpfeilers, auf welchem das Passageninstrument aufgestellt war; auf der Station Mailand liegt der trigonometrische Punkt, — das Centrum des grösseren Thurmes (torre maggiore) der Sternwarte, — gleichfalls $0,^s073$ westlicher als der Aufstellungspunkt des transportablen Repsold'schen Passageninstrumentes. Man hat daher

$$\begin{array}{l} 18^m\ 55,^s096 \pm 0,^s013 \text{ (w. F.)} \\ \quad + 0,^s027 \\ \hline \mathbf{18^m\ 55,^s123 \pm 0,^s013 =} \end{array}$$

Sternwarte **Bogenhausen** (Centrum des westlichen Kuppelthürmchens) **westlich** von **Wien**, Gradmessungs-Observatorium auf der Türkenschanze (östlicher Pfeiler); dieser Gradmessungspfeiler lag $0,^s268$ westlich von dem an der neuen Wiener Sternwarte angebrachten Markkegel. —

Ferner:

$$\begin{array}{l} 9^m\ 40,^s079 \pm 0,^s011 \text{ (w. F.)} \\ \quad - 0,^s027 \\ \quad + 0,^s073 \\ \hline \mathbf{9^m\ 40,^s125 \pm 0,^s011 =} \end{array}$$

Sternwarte **Bogenhausen** (Centrum des westlichen Kuppelthürmchens) **östlich** von **Mailand** Sternwarte (Centrum des grösseren Thurmes). —

Längenbestimmung **Wien-Bogenhausen-Strassburg.**

Das zu Wien verwendete Passageninstrument von Pistor und Martins war auf dem westlichen Pfeiler des auf der Türkenschanze errichteten Gradmessungs-Observatoriums aufgestellt und beträgt die Reduction auf den östlichen (Haupt-)Pfeiler + 0,ˢ015. In Bogenhausen wurde, — wie bei den übrigen Längenbestimmungen, — der mittlere Hauptpfeiler der Sternwarte zur Aufstellung des Ertel'schen Passageninstrumentes benützt. Auf der Station Strassburg wurden die Zeitbestimmungen auf demselben Pfeiler ausgeführt, auf welchem früher der französische Astronom Yvon Villarceau bei Gelegenheit der Längenbestimmung Strassburg-Paris beobachtet hatte; über diese letztere Operation und über die Situation des Beobachtungspunktes geben die „Annales de l'Observatoire Impérial de Paris" (Vol. VIII) weitere Aufschlüsse. — Die Vertheilung der Beobachter auf die einzelnen Stationen war die folgende:

	Wien	Bogenhausen	Strassburg
Vom 21. mit 27. August 1875	Steeb	Orff	Schur,
vom 12. „ 18. September 1875	Schur	Orff	Steeb.

Die zur Ermittelung der Personalgleichungen nöthigen Beobachtungen wurden in der Zeit vom 3. mit 10. September zu Bogenhausen ausgeführt. Wie bei der Operation mit Wien und Mailand, so fand auch dieses Mal nur ein Zeichenwechsel und zwar in Mitte der für die Beobachtungen am Passageninstrumente verwendeten Zeit statt. —

Die Berechnung der Resultate wurde in derselben Weise wie bei den Längenbestimmungen des Jahres 1874 (I. Theil gegenwärtiger Publication) durchgeführt; die Ergebnisse der Rechnung werden durch die nachfolgenden Bemerkungen und tabellarischen Zusammenstellungen erläutert und dargestellt. —

Aus den Differenzen der beobachteten Fadenantritte ergab sich für den einzelnen Fadenantritt eines Zeitsternes ein mittlerer Fehler von 0,ˢ104; für einen an sämmtlichen 15 Fäden beobachteten Zeitstern ergibt sich demnach der mittlere Fehler zu 0,ˢ027 und wurde das diesem Fehler entsprechende Gewicht als Einheit der Gewichte angenommen.

Für den mittleren Fehler eines Fadenantrittes ergab sich bei den einzelnen Polsternen:

Polstern:	J	D	E	K	F	L	M
	+ 0,ˢ96;	± 0,ˢ44;	± 0,ˢ82;	± 0,ˢ42;	+ 0,ˢ62;	+ 0,ˢ88;	± 1,ˢ33

e_p = mittlerer Fehler eines Fadenantritts.

Nach diesen Werthen wurden die in der 7. Columne der Haupt-Zusammenstellung der Beobachtungen vorgetragenen Gewichte $g_p = \left(\frac{0{,}027}{e_p}\right)^2 \cdot f$ für die einzelnen Polsterne berechnet; die Anzahl f der beobachteten Fadenantritte ist in der 3. Spalte unter den die Instrumentlage bezeichnenden Buchstaben W und O beigesetzt.

Die mittleren Zeitmomente, auf welchen die Durchgangsbeobachtungen der einzelnen Abende mittelst des Uhrgangs reducirt wurden, ist in der 1. Columne unmittelbar neben dem Datum, der Betrag dieser Reduction selbst dagegen in der 9. Columne angegeben. Diese Reduction beruht, wie bei den früheren Längenbestimmungen, auf dem aus den regelmässigen Beobachtungen am Meridiankreise gefolgerten Gang der Hauptuhr Mahler, mit welcher die Registrirnhr Berthoud während der Zeitbestimmungsbeobachtungen jedes Abends in angemessenen Zeitintervallen verglichen wurde.



Nächtlicher Gang des Mahler.

1875 Datum	Gang für 1^h
	s
21. August	— 0,0529
23. „	— 0,0415
24. „	— 0,0338
25. „	— 0,0341
26. „	— 0,0343
27. „	— 0,0504
12. September	— 0,0267
13. „	— 0,0244
14. „	— 0,0357
15. „	— 0,0391
16. „	— 0,0200
17. „	— 0,0003
18. „	— 0,0291

Mit diesen Uhrgängen und einer genäherten Annahme des Uhrstandes für einen bestimmten Zeitmoment wurde dann eine provisorische Mahler-Correction und hieraus die provisorische Correction der Registriruhr Berthoud für den Moment der treffenden Vergleichung erhalten, wodurch der Berthoud-Gang für die Zwischenzeiten bekannt und die Reduction der beobachteten Durchgangszeiten auf den mittleren Zeitmoment des Abends ermöglicht wurde. —

Vergleichung der Registriruhr Berthoud mit der Hauptuhr Mahler.

1875 Datum	Mittlerer Beob. Moment		Zeitangabe von B			Zahl der Markirungen	Federparallaxe	Zeitangabe von M		Provisor. Correct. für M	Provisor. Correct. für B	Berthoud-Gang für 1^m
	h	m	h	m	s		(—)	m	s	s	s	s
21. August	20	50	18	24	59,205	40	0,108	25	00,5	— 20,03	— 18,68	— 0,0035
			19	56	59,438	30	0,099	57	00,5	— 20,11	— 18,95	— 0,0030
			21	19	59,609	50	0,086	20	00,5	— 20,18	— 19,20	— 0,0038
			21	51	59,705	60	0,091	52	00,5	— 20,21	— 19,32	— 0,0041
			23	19	59,988	60	0,097	20	00,5	— 20,29	— 19,68	
23. „	21	00	17	54	58,356	50	0,089	55	00,5	— 22,35	— 20,12	— 0,0040
			20	13	58,823	70	0,100	14	00,5	— 22,45	— 20,67	— 0,0041
			21	48	59,176	70	0,126	49	00,5	— 22,51	— 21,06	— 0,0051
			23	15	59,521	60	0,096	16	00,5	— 22,58	— 21,50	— 0,0050
			23	55	59,698	70	0,098	56	00,5	— 22,60	— 21,70	
24. „	20	07	17	59	58,593	60	0,100	60	00,5	— 23,40	— 21,39	— 0,00365
			20	18	59,002	110	0,090	19	00,5	— 23,475	— 21,895	— 0,0044
			21	50	59,366	70	0,090	51	00,5	— 23,53	— 22,31	— 0,0041
			23	01	59,618	70	0,090	02	00,5	— 23,57	— 22,60	
25. „	21	47	20	28	02,573	60	0,110	28	00,5	— 24,08	— 26,04	— 0,0033
			21	54	02,819	50	0,130	54	00,5	— 24,13	— 26,32	— 0,0036
			23	59	03,212	70	0,140	59	00,5	— 24,20	— 26,77	

Neigung der Axe des Instrumentes ohne Berücksichtigung der Zapfenungleichheit und der Axenbiegung.

Beob. Zeit 1875			Beob. Ergebniss		In Rechnung gezogene Neigung		
Datum	h	m	p	s	für	bis	s
					h m	h m	
21. Aug.	18	26	−1,80	−0,166	18 26	18 36	−0,145
	18	36	−1,35	−0,124	18 36	—	−0,124
	18	44	−1,30	−0,120	18 44	19 05	−0,129
	19	05	−1,50	−0,138	19 05	—	−0,138
	19	25	−1,55	−0,143	19 05	19 25	−0,141
	19	28	−1,50	−0,138	19 28	19 47	−0,131
	19	47	−1,35	−0,124	19 47	—	−0,124
	20	08	−1,40	−0,129	19 47	20 08	−0,127
	21	28	−1,60	−0,147	21 28	21 43	−0,152
	21	43	−1,70	−0,157	21 43	—	−0,157
	21	53	−1,55	−0,143	21 53	22 23	−0,145
	22	23	−1,60	−0,147	22 23	—	−0,147
	22	48	−1,05	−0,098	22 23	22 51	−0,123
	22	55	−1,10	−0,101	22 55	23 28	−0,097
	23	28	−1,00	−0,092	23 28	—	−0,092
23. „	18	12	−1,50	−0,138	18 12	—	−0,138
	18	37	−1,25	−0,115	18 12	18 37	−0,126
	18	44	−1,35	−0,125	18 44	19 04	−0,130
	19	04	−1,45	−0,134	19 04	—	−0,134
	19	25	−1,50	−0,138	19 04	19 25	−0,136
	19	28	−1,50	−0,138	19 28	19 47	−0,138
	19	47	−1,50	−0,138	19 47	—	−0,138
	20	08	−1,25	−0,115	19 47	20 08	−0,126
	21	54	−1,40	−0,129	21 54	22 23	−0,115
	22	23	−1,10	−0,101	22 23	—	−0,101
	22	55	−1,30	−0,120	22 23	22 55	−0,110
	22	57	−1,15	−0,106	22 57	23 28	−0,115
	23	28	−1,35	−0,124	23 28	—	−0,124
	23	55	−1,15	−0,106	23 28	23 55	−0,115
24. „	17	57	−0,55	−0,051	17 57	—	−0,051
	18	12	−0,55	−0,051	18 12	—	−0,051
	18	25	−0,85	−0,078	18 25	—	−0,078
	18	37	−0,95	−0,088	18 25	18 37	−0,083
	18	44	−0,95	−0,088	18 44	19 05	−0,086
	19	05	−0,90	−0,084	19 05	—	−0,084
	19	25	−1,00	−0,092	19 05	19 25	−0,088
	19	28	−1,00	−0,092	19 28	19 47	−0,090
	19	47	−0,95	−0,088	19 47	—	−0,088
	20	13	−1,00	−0,092	19 47	20 13	−0,090
	21	00	−1,15	−0,106	21 00	21 19	−0,113
	21	19	−1,30	−0,120	21 19	—	−0,120
	21	40	−1,40	−0,129	21 19	21 40	−0,124
	21	53	−1,40	−0,129	21 53	22 23	−0,126
	22	23	−1,35	−0,124	22 23	—	−0,124
	22	54	−1,25	−0,115	22 23	22 54	−0,119
25. „	19	38	−0,75	−0,069	19 47	—	−0,066
	19	55	−0,70	−0,064	19 55	20 14	−0,064
	20	14	−0,70	−0,064	20 14	—	−0,064
25. Aug.	20	15	−0,95	−0,088	20 15	20 35	−0,090
	20	35	−1,00	−0,092	20 35	—	−0,092
	21	27	−0,95	−0,088	21 27	21 51	−0,094
	21	51	−1,10	−0,101	21 51	—	−0,101
	21	59	−1,25	−0,115	21 59	22 23	−0,126
	22	23	−1,50	−0,138	22 23	—	−0,138
	22	54	−1,10	−0,101	22 23	22 54	−0,119
	22	59	−1,10	−0,101	22 58	23 28	−0,101
	23	28	−1,10	−0,101	23 28	—	−0,101
	23	56	−1,40	−0,129	23 28	23 56	−0,115
26. „	17	50	−0,85	−0,078	17 50	18 13	−0,078
	18	13	−0,85	−0,078	18 13	—	−0,078
	18	37	−0,85	−0,078	18 13	18 37	−0,078
	18	44	−0,70	−0,064	18 44	19 05	−0,064
	19	05	−0,70	−0,064	19 05	—	−0,064
	19	26	−0,60	−0,055	19 05	19 26	−0,059
	19	28	−0,65	−0,060	19 28	19 47	−0,069
	19	47	−0,85	−0,078	19 47	—	−0,078
	20	13	−0,90	−0,083	19 47	20 13	−0,080
	21	30	−1,40	−0,129	21 37	—	−0,131
	21	49	−1,45	−0,133	21 49	22 23	−0,133
	22	23	−1,45	−0,133	22 23	—	−0,133
	22	54	−1,10	−0,101	22 23	22 56	−0,117
	22	56	−1,05	−0,096	22 56	23 28	−0,101
	23	28	−1,15	−0,106	23 28	—	−0,106
	23	55	−1,45	−0,133	23 28	23 55	−0,119
27. „	18	13	−0,50	−0,046	18 13	—	−0,046
	18	38	−0,40	−0,037	18 13	18 38	−0,041
	18	44	−0,75	−0,069	18 44	19 05	−0,069
	19	05	−0,75	−0,069	19 05	—	−0,069
	19	27	−0,80	−0,074	19 05	19 27	−0,071
	19	28	−0,75	−0,069	19 28	19 47	−0,073
	19	47	−0,85	−0,078	19 47	—	−0,078
	20	14	−0,70	−0,064	19 47	20 14	−0,071
	21	39	−1,00	−0,092	21 39	21 56	−0,094
	21	56	−1,05	−0,097	21 56	22 23	−0,099
	22	23	−1,10	−0,101	22 23	—	−0,101
	22	53	−1,35	−0,124	22 23	22 53	−0,112
	22	54	−1,20	−0,111	22 54	23 28	−0,113
	23	28	−1,25	−0,115	23 28	—	−0,115
	23	56	−1,15	−0,106	23 28	23 56	−0,110
12. Sept.	18	13	−0,80	−0,074	18 13	—	−0,074
	18	38	−0,50	−0,046	18 13	18 38	−0,060
	18	44	−0,70	−0,064	18 44	19 05	−0,069
	19	05	−0,80	−0,074	19 05	—	−0,074
	19	26	−0,85	−0,078	19 05	19 26	−0,076
	19	27	−0,90	−0,083	19 27	19 47	−0,102
	19	47	−1,35	−0,122	19 47	—	−0,122

Ocular O die Grösse 0,ˢ116 addirt, bei Ocular W dagegen den gleichen Betrag subtrahirt. Multiplicirt man dann die so modificirte Neigung mit dem Neigungs-Coefficienten des treffenden Sternes, so ergeben sich die in der 10. Columne der Haupt-Zusammenstellung vorgetragenen Correctionswerthe.

Die für die Collimation bei den einzelnen Polsternen erhaltenen Werthe sind in der nun folgenden Tabelle angegeben.

Collimationsfehler aus den einzelnen Polsternbeobachtungen und Tagesmittel der Collimation.

1875 Datum	Sternzeit h	Sternzeit m	Polstern	c s	Mittel der Zeiten h	Mittel der Zeiten m	Zugehörige Collimat. s
21. August	19	05	D	+ 0,655	20	25	+ 0,660 (+ 0,0218)
	19	47	E	+ 0,615			
	22	23	L	+ 0,709			
23. „	18	12	J	+ 0,597	20	35	+ 0,714 (+ 0,0272)
	19	05	D	+ 0,685			
	19	47	E	+ 0,744			
	22	23	L	+ 0,792			
	23	28	M	+ 0,752			
24. „	18	12	J	+ 0,660	20	09	+ 0,652 (+ 0,0258)
	19	05	D	+ 0,560			
	19	47	E	+ 0,628			
	21	19	F	+ 0,698			
	22	23	L	+ 0,714			
25. „	19	47	E	+ 0,557	21	53	+ 0,641 (+ 0,0388)
	22	23	L	+ 0,698			
	23	28	M	+ 0,669			
26. „	18	12	J	+ 0,557	20	35	+ 0,609 (+ 0,0246)
	19	05	D	+ 0,580			
	19	47	E	+ 0,570			
	22	23	L	+ 0,660			
	23	28	M	+ 0,680			
27. „	18	12	J	+ 0,515	20	35	+ 0,575 (+ 0,0211)
	19	05	D	+ 0,556			
	19	47	E	+ 0,542			
	22	23	L	+ 0,664			
	23	28	M	+ 0,598			
12. Septbr.	18	12	J	+ 0,650	20	42	+ 0,738 (+ 0,0417)
	19	05	D	+ 0,718			
	19	47	E	+ 0,628			
	21	19	F	+ 0,788			
	22	23	L	+ 0,757			
	23	28	M	+ 0,889			
14. „	18	12	J	+ 0,739	20	09	+ 0,809 (+ 0,0284)
	19	05	D	+ 0,777			
	19	47	E	+ 0,815			
	21	19	F	+ 0,872			
	22	23	L	+ 0,840			
15. „	18	12	J	+ 0,802	20	09	+ 0,832 (+ 0,0316)
	19	05	D	+ 0,763			
	19	47	E	+ 0,816			
	21	19	F	+ 0,872			
	22	23	L	+ 0,905			
16. „	18	12	J	+ 0,731	20	09	+ 0,871 (+ 0,0470)
	19	05	D	+ 0,885			
	19	47	E	+ 0,865			
	21	19	F	+ 0,904			
	22	23	L	+ 0,971			
17. „	18	12	J	+ 0,728	20	09	+ 0,784 (+ 0,0325)
	19	05	D	+ 0,756			
	19	47	E	+ 0,750			
	21	19	F	+ 0,841			
	22	23	L	+ 0,817			
18. „	18	12	J	+ 0,613	20	42	+ 0,770 (+ 0,0547)
	19	05	D	+ 0,725			
	19	47	E	+ 0,724			
	21	19	F	+ 0,765			
	22	23	L	+ 0,882			
	23	28	M	+ 0,911			

Die 6. und 7. Spalte vorstehender Tabelle gibt den Zeitmoment an, für welchen die in der 8. Columne vorgetragene nach pag. 11 des I. Theiles berechnete, mittlere Collimation c_0 des Abends gilt; die unterhalb c_0 in Klammern stehende Zahl gibt die aus den Beobachtungen des treffenden Abends abgeleitete stündliche Variation dieses Elementes.

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (pi)	Federparallaxe (−)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	ti s	Rectascension αi m	s	ni = ti − αi + Δ	ki	Werthe von x, d u. a	vi = ni + x ± d + a ki
	17 Vulpeculae	O	20	01	53,58	1	0,10	+0,14	−0,01	−0,73	52,88	01	33,73	+0,25	0,458		+0,21
	Θ Aquilae	O	20	05	13,97	„	„	+0,13	−0,01	−0,66	13,33	04	54,30	+0,13	0,759		+0,02
	α_2 Capricorni	O	20	11	30,23	„	„	+0,11	0,00	−0,68	29,56	11	10.86	+0,30	0,898		+0,16
	ε Capricorni	O	21	30	28,26	„	0,09	−0,13	−0,01	−0,75	27,28	30	08,83	+0,05	0,988		−0,11
	d Aquarii	O	21	33	35,69	„	„	−0,14	−0,02	−0,70	34,74	33	15,79	+0,05	0,725		−0,05
	ε Pegasi	O	21	38	25,74	„	„	−0,15	−0,03	−0,71	24,76	38	05,79	+0,07	0,635		−0,01
	16 Pegasi	O	21	47	45,47	„	„	−0,20	−0,03	−0,79	44,36	47	25,35	+0,11	0,429		+0,08
	α Aquarii	O	21	59	44,94	„	„	−0,24	−0.02	−0,71	43,88	59	24,92	+0,06	0,756		−0,05
	Θ Pegasi	O	22	04	16,84	„	„	−0,26	−0,02	−0,72	15,75	03	56,71	+0,14	0,680		+0,05
	41 Aquarii	O	22	07	47,24	„	„	−0,28	−0,01	−0,78	46,08	07	27,23	−0,05	1,010		−0,22
	Θ Aquarii	O	22	10	37,63	„	„	−0,29	−0,02	−0,72	36,51	10	17,49	+0,12	0,843		−0,01
	Polst. L (o. C)	O (7)	22	23	31,13	0,01	„	−0,32	−0,31		21,21	23	04,08	−1,77	− 7,696		−0,03
	„	W (6)	„	„	15,47			−0,36	−2,65								
	ζ Pegasi	W	22	35	35,59	1	„	−0,39	−0,19	+0,72	35,64	35	16,65	+0,09	0,625		−0,15
	λ Aquarii	W	22	47	27,82	„	„	−0,44	−0,13	+0,72	27,88	47	08,75	+0,23	0,841		−0,06
	α Piscis austr.	W	22	51	07,32	„	0,10	−0,45	−0,05	+0,82	07,54	50	48,14	+0,50	1,135		+0,14
	α Pegasi	W	22	58	54,14	„	„	−0,48	−0,18	+0,74	54,12	58	35,00	+0,22	0,572		−0,01
	58 Pegasi	W	23	04	05,89	„	0,09	−0,50	−0,17	+0,73	05,86	03	46,77	+0,19	0,637		−0,06
	φ Aquarii	W	23	08	13,18	„	0,10	−0,52	−0,12	+0,72	13,16	07	53,99	+0,27	0,823		−0,02
	γ Piscium	W	23	11	03,28	„	„	−0,53	−0,15	+0,72	03,22	10	44,15	+0,17	0,715		−0,09
1875 August 23. für $21^h\ 00^m$ . . . Δ = −20,75	Polst. J (o. C)	O (7)	18	13	08,28	0,01	0,09	+0,67	−0,29		58,25	12	39,40	−1,90	−10,525	x = +0,063; d = −0,053 (Lage W); a = −0,321; m. F. von x . . . ±0,040	+1,54
	„	W (7)	„	12	51,18			+0,67	−3,87								
	1 Aquilae	W	18	28	46,96	1	„	+0,61	−0,14	+0,66	48,00	28	27,07	+0,18	0,842		−0,08
	e Serpentis	W	18	31	33,14	„	„	+0,59	−0,16	+0,65	34,13	31	13,29	+0,09	0,750		−0,14
	α Lyrae	W	18	33	04,19	„	„	+0,59	−0,30	+0,83	05,21	32	44,60	−0,14	0,210		−0,20
	2 Aquilae	W	18	35	48,47	„	„	+0,58	−0,13	+0,66	49,49	35	28,62	+0,12	0,852		−0,14
	112 Herculis	W	18	47	18,50	„	0,10	+0,53	−0,28	+0,70	19,40	46	58,50	+0,15	0,484		0,00
	ϑ_1 Serpentis	W	18	50	23,09	„	„	+0,52	−0,18	+0,66	23,99	50	03,01	+0,24	0,698		+0,03
	ϑ_2 Serpentis	W	18	50	24,58	„	„	+0,52	−0,18	+5,66	25,48	50	04,45	+0,28	0,698		+0,07
	ε Aquilae	W	18	54	19,63	„	„	+0,50	−0,21	+0,68	20,50	53	59,53	+0,22	0,567		+0,05
	Polst. D (u. C)	W (7)	19	05	06,73	0,05	„	+0,46	+1,28		03,14	04	41,12	+1,27	+ 5,914		−0,57
	„	O (6)	„	04	57,23			+0,46	+0,09								
	υ Sagittarii	O	19	14	58,50	1	„	+0,42	−0,01	−0,72	58,09	14	37,21	+0,13	0,939		−0,05
	δ Aquilae	O	19	19	35,77	„	„	+0,40	−0,01	−0,69	35,37	19	14,57	+0,05	0,711		−0,06
	α Vulpeculae	O	19	23	54,03	„	„	+0,38	−0,02	−0,77	53,52	23	32,78	+0,04	0,442		+0,01
	ι Aquilae	O	19	30	39,49	„	„	+0,36	−0,01	−0,70	39,04	30	18,17	+0,12	0,763		−0,01
	σ Aquilae	O	19	33	25,67	„	„	+0,35	−0,02	−0,70	25,20	33	04,26	+0,19	0,686		+0,08
	β Sagittae	O	19	35	50,14	„	„	+0,34	−0,02	−0,74	49.62	35	28,72	+0,15	0,588		+0,09
	Polst. E (u. C)	O (7)	19	46	59,74	0,01	„	+0,30	+0,15		07,87	46	44,43	+2,69	+ 7,561		+0,82
	„	W (7)	„	47	13,40			+0,30	+1,76								

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p^i)	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i s	Rectascension α_i m	s	$n_i = t_i - \alpha_i + \Delta$		k_i	Werthe von x, d u. a	$v_i = n_i + x \pm d + a k_i$
							s	s	s	s				s				s
	τ Aquilae	O	19	58	27,42	1	0,10	+0,03	+0,02	−0,66	26,71	58	04,83	+0,18		0,664		+0.12
	17 Vulpeculae	O	20	01	56,31	„	„	+0,02	+0,03	−0,78	55,53	01	33,72	+0,11		0,458		+0,10
	Θ Aquilae	O	20	05	16,69	„	„	+0,01	+0,02	−0,66	15,96	04	54,29	−0,03		0,759		−0,11
	α_2 Capricorni	O	20	11	32,96	„	0,09	−0,02	+0,01	−0,68	32,18	11	10,86	+0,12		0,898		0,00
	61_1 Cygni	W	21	01	42,10	„	„	−0,24	−0,29	+0,84	42,32	01	20,55	+0,07		0,221		−0,05
	62_2 Cygni	W	21	01	43,59	„	„	−0,24	−0,29	+0,84	43,81	01	22,05	+0,06		0.221		−0,06
	γ Equulei	W	21	04	40,46	„	„	−0,25	−0,18	+0,68	40,62	04	18,71	+0,21		0,632		−0,01
	α Equulei	W	21	09	59,82	„	„	−0,27	−0,17	+0,67	59,46	09	37,54	+0,22		0,690		−0,01
	Polst. F (u. C)	W (7)	21	19	33,86	0,02	„	−0,31	+1,07		29,20	19	05,87	+1,63	+	5,417		+0,33
	„	W (6)			24,54			−0,31	+0,02									
	ε Capricorni	O	21	30	31,28	1	„	−0,37	0,00	−0,74	30,08	30	08,35	+0,03		0,988		−0,11
	d Aquarii	O	21	33	38,70	„	„	−0,38	−0,01	−0,70	37,52	33	15,81	+0,01		0,725		−0,05
	ε Pegasi	O	21	38	28,71	„	„	−0,40	−0,01	−0,71	27,50	38	05,81	−0,01		0,635		−0,06
	16 Pegasi	O	21	47	48,37	„	„	−0,44	−0,01	−0,79	47,04	47	25,36	−0,02		0,429		−0,02
	α Aquarii	O	21	59	48,06	„	„	−0,49	−0,01	−0,71	46,76	59	24,95	+0,11		0,756		+0,08
	Θ Pegasi	O	22	04	19,88	„	„	−0,51	−0,01	−0,72	18,55	03	56,74	+0,11		0,680		+0,04
	41 Aquarii	O	22	07	50,41	„	„	−0,52	0,00	−0,77	49,03	07	27,26	+0,07		1,010		−0,08
	Θ Aquarii	O	22	10	40,62	„	„	−0,53	−0,01	−0,72	39,27	10	17,52	+0,05		0,843		−0,06
	Polst. L (o. C)	O (7)	22	23	34,51	0,01	„	−0,59	−0,08		24,51	23	04,15	−1,34	−	7,696		+0,55
	„	W (6)			18,74			−0,59	−2.42									
	ζ Pegasi	W	22	35	38,76	1	„	−0,64	−0,19	+0,72	38,56	35	16,69	+0,17		0,625		−0,05
	68 Aquarii	W	22	41	15,89	„	„	−0,66	−0,09	+0,74	15,79	40	53,68	+0,41		0,991		+0,10
	λ Aquarii	W	22	46	30,94	„	„	−0,68	−0,13	+0,71	30,75	46	08,79	+0,26		0,841		−0,01
	α Piscis austr.	W	22	51	10,29	„	„	−0,70	−0,05	+0,81	10,26	50	48,18	+0,38		1,135		+0,04
	α Pegasi	W	22	58	57,19	„	„	−0,73	−0,20	+0,74	56,91	58	35,05	+0,16		0,572		−0,04
1875 August 25. für $21^h\,47^m$ … $\Delta = -26{,}^s40$	Polst. E (u. C)	O (5)	19	47	08,05	0,01	0,11	+0,39	−0,35		13,84	46	44,82	+2,61	+	7,561	$x = 0{,}^s000$; $d = -0{,}^s058$ (Lage W); $a = -0{,}^s237$; m. F. von x … + 0,024	+0,82
	„	W (7)			17,87			+0,39	+1,26									
	τ Aquilae	W	19	58	30,76	1	„	+0,35	−0,14	+0,59	31,45	58	04,83	+0,22		0,664		0,00
	17 Vulpeculae	W	20	01	59,58	„	„	+0,34	−0,18	+0,63	60,26	01	33,72	+0,14		0,458		−0,03
	α_2 Capricorni	W	20	11	36,28	„	„	+0,31	−0,09	+0,60	36,99	11	10,36	+0,23		0,898		−0,04
	23 Hevelii	W	20	17	27,97	„	„	+0,29	−0,15	+0,59	28,59	17	01,96	+0,23		0,688		+0,01
	π Capricorni	W	20	20	39,33	„	„	+0,28	−0,08	+0,61	40,03	20	13,32	+0,31		0,970		+0,02
	69 Aquilae	W	20	23	36,10	„	„	+0,27	−0,18	+0,59	36,72	23	10,06	+0,26		0,784		+0,02
	Polst. K [minor] (o. C)	W (5)	20	35	03,87	0,02	0,13	+0,23	−1,12	+3,80	06,65	34	41,12	−0,87	−	3,473		−0,05
	ε Capricorni	O	21	30	35,68	1	„	+0,05	+0,01	−0,69	34,92	30	08,30	+0,22		0,988		+0,04
	d Aquarii	O	21	33	43,09	„	„	+0,04	+0,02	−0,64	42,38	33	15,82	+0,16		0,725		+0,05
	ε Pegasi	O	21	38	33,07	„	„	+0,02	+0,02	−0,65	32,33	38	05,82	+0,11		0,635		+0,02
	16 Pegasi	O	21	47	52,70	„	„	0,00	+0,02	−0,78	51,86	47	25,87	+0,09		0,429		+0,05
	α Aquarii	O	21	59	52,36	„	„	−0,04	0,00	−0,65	51,54	59	24,97	+0,17		0,756		+0,05
	Θ Pegasi	O	22	04	24,09	„	„	−0,06	−0,01	−0,66	23,23	03	56,75	+0,08		0,680		−0,02

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p_i)	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i s	Rectascension a_i m	s	$n_i = t_i - a_i + \Delta$	k_i	Werthe von x, d u. a	$v_i = n_i + x \pm d + a k_i$
	Polst. E (u. C)	W (6)	19	47	16,18	0,01	s 0,13	s +0,19	s +1,35		11,88	46	45,04	s +2,64	+ 7,561		s +0,83
	„	O (6)	„	„	06,09			+0,18	—0,26								
	τ Aquilae	O	19	58	29,68	1	0,14	+0,15	+0,03	s —0,61	29,11	58	04,83	+0,08	0,664		—0,03
	17 Vulpeculae	O	20	01	58,72	„	„	+0,14	+0,03	—0,67	58,08	01	33,71	+0,17	0,458		+0,11
	θ Aquilae	O	20	05	19,21	„	„	+0,13	+0,02	—0,61	18,61	04	54,30	+0,11	0,759		—0,02
	α_2 Capricorni	O	20	11	35,37	„	0,15	+0,11	+0,02	—0,63	34,72	11	10,37	+0,15	0,898		—0,01
	ε Pegasi	O	21	38	31,01	„	0,18	—0,13	—0,01	—0,65	30,04	38	05,83	+0,01	0,635		—0,09
	16 Pegasi	O	21	47	50,70	„	„	—0,15	—0,01	—0,73	49,68	47	25,38	+0,05	0,429		0,00
	α Aquarii	O	21	59	50,27	„	„	—0,19	—0,01	—0,65	49,24	59	24.98	+0,06	0,756		- 0,07
	θ Pegasi	O	22	04	22,14	„	„	—0,20	—0,01	—0,66	21,09	03	56,76	+0,13	0,680		+0,02
	41 Aquarii	O	22	07	52,66	„	„	—0,21	—0,01	—0,72	51,54	07	27,28	+0,06	1,010		—0,13
	θ Aquarii	O	22	10	42,87	„	„	—0,22	—0,01	—0,67	41,79	10	17,55	+0,04	0,843		—0,11
	Polst. L (o. C)	O (7)	22	23	35,63	0,01	0,16	—0,26	—0,17		26,49	23	04,11	—1,82	— 7,696		—0,04
	„	W (7)	„	„	21,23			—0,26	—2,51								
	ζ Pegasi	W	22	35	41,08	1	0,15	—0,30	—0,19	+0,66	41,10	35	16,72	+0,18	0,625		—0,08
	68 Aquarii	W	22	41	18,15	„	„	—0,32	—0,09	+0,69	18,28	40	53,71	+0,37	0,991		+0,08
	λ Aquarii	W	22	46	33,20	„	„	—0,34	—0,13	+0,66	33,24	46	08,82	+0,22	0,841		—0,09
	α Piscis austr.	W	22	51	12,70	„	„	—0,36	—0,05	+0,75	12,89	50	48,22	+0,47	1,135		+0,09
	α Pegasi	W	22	58	59,51	„	„	—0,38	—0,19	+0,68	59,47	58	35,08	+0,19	0,572		—0,05
	58 Pegasi	W	23	04	11,37	„	„	—0,40	—0,17	+0,67	11,32	03	46,85	+0,27	0,637		+0,01
	φ Aquarii	W	23	08	18,55	„	„	—0,41	—0,13	+0,67	18,53	07	54,07	+0,26	0,823		—0,04
	γ Piscium	W	23	11	08,76	„	„	—0,42	—0,15	+0,67	08,71	10	44,23	+0,28	0,715		0,00
	Polst. M (o. C)	W (6)	23	28	15,24	0,01	„	—0,47	—2,95		22.96	28	00,20	—1,44	—10,558		+1,02
	„	O (7)	„	„	35,20			—0,47	+0,13								
	21 Piscium	O	23	43	32,24	1	„	—0,52	0,00	—0,70	30,87	43	06,52	+0,15	0,740		+0,03
	φ Pegasi	O	23	46	36,47	„	„	—0,53	0,00	—0,75	35,04	46	10,72	+0,12	0,522		+0,05
	ω Piscium	O	23	53	22,39	„	„	—0,55	0,00	—0,70	20,99	52	56,55	+0,24	0,673		+0,13

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p_i)	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i s	Rectascension α_i m	s	$n_i = t_i - \alpha_i + \Delta$	k_i	Werthe von x, d u. a	$v_i = n_i + x + d + a k_i$
1875 September 12. für 20h 50m . . . $\Delta = + 21{,}^s25$	Polst. J (o. C)	O (5)	18	12	15,29	0,01	s 0,19	s +0,59	s +0,56		05,03	12	31,20	s −4,92	−10,525	x = − 0,"022; d = − 0,"077 (Lage W): a = − 0,"122; m. F. von x . . ± 0,"031	s −0,50
	„	W (6)	„	11	56,38			+0,59	−2,52								
	1 Aquilae	W	18	28	05,14	1	„	+0,54	−0,10	s +0,65	06,04	28	26,84	+0,45	0,842		−0,01
	e Serpentis	W	18	30	51,44	„	„	+0,52	−0,12	+0,64	52,29	31	13,06	+0,48	0,750		+0,06
	α Lyrae	W	18	32	22,22	„	„	+0,52	−0,22	+0,82	23,15	32	44,20	+0,20	0,210		+0,01
	2 Aquilae	W	18	35	06,77	„	„	+0,51	−0,10	+0,65	07,64	35	28,40	+0,49	0,852		+0,08
	112 Herculis	W	18	46	36,58	„	„	+0,47	−0,18	+0,69	37,32	46	58,22	+0,35	0,484		+0,04
	ϑ_1 Serpentis	W	18	49	41,14	„	„	+0,46	−0,18	+0,66	41,94	50	02,79	+0,40	0,698		+0,01
	ϑ_2 Serpentis	W	18	49	42,59	„	„	+0,46	−0,13	+0,66	43,39	50	04,23	+0,41	0,698		+0,02
	ε Aquilae	W	18	53	37,65	„	„	+0,44	−0,16	+0,68	38,42	53	59,28	+0,39	0,567		+0,05
	Polst. D (u. C)	W (6)	19	04	30,73	0.04	0,20	+0,41	+0,97		26,42	04	44,79	+2,88	+ 5,914		+0,80
	„	O (6)	„	„	20,70			+0,41	−0,21								
	υ Sagittarii	O	19	14	16,65	1	„	+0,37	+0,02	−0,73	16,11	14	37,02	+0,34	0,939		0,00
	δ Aquilae	O	19	18	53,99	„	„	+0,35	+0,03	−0,69	53,48	19	14,38	+0,35	0,711		+0,11
	α Vulpeculae	O	19	23	12,16	„	„	+0,34	+0,04	−0,77	11,57	23	32,48	+0,34	0,442		+0,21
	ι Aquilae	O	19	29	57,64	„	0,18	+0,31	+0,01	−0,70	57,08	30	18,00	+0,33	0,763		+0,06
	σ Aquilae	O	19	32	43,73	„	„	+0,30	+0,01	−0,70	43,16	33	04,08	+0,33	0,686		+0,10
	β Sagittae	O	19	35	08,08	„	„	+0,29	+0,01	−0,74	07,46	35	28,51	+0,20	0,538		+0,03
	Polst. E (u. C)	O (6)	19	46	24,97	0,01	0,16	+0,25	+0,04		31,68	46	48,67	+4,26	+ 7,561		+1,05
	„	W (6)	„	„	36,24			+0,25	+1,65								
	τ Aquilae	W	19	57	43,20	1	„	+0,21	−0,17	+0,71	43,79	58	04,69	+0,35	0,664		−0,03
	17 Vulpeculae	W	20	01	11,99	„	„	+0,20	−0,22	+0,76	12,57	01	33,53	+0,29	0,458		0,00
	Θ Aquilae	W	20	04	32,60	„	„	+0,19	−0,15	+0,70	33,18	04	54.17	+0,26	0,759		−0,16
	Polst. F (u. C)	W (6)	21	18	53,22	0,02	0,17	−0,12	+1,07		48,53	19	07,62	+2,16	+ 5,417		−0,15
	„	O (6)	„	„	43,13			−0,12	+0,02								
	ε Capricorni	O	21	29	48,42	1	0,18	−0,17	0,00	−0,84	47,23	30	08,37	+0,11	0,988		−0,25
	d Aquarii	O	21	32	55,84	„	„	−0,18	+0,01	−0,78	54,71	33	15,82	+0,14	0,725		−0,11
	ε Pegasi	O	21	37	45,98	„	„	−0,21	+0,01	−0,79	44,81	38	05,83	+0,23	0,685		+0,02
	16 Pegasi	O	21	47	05,57	„	„	−0,24	+0,01	−0,88	04,28	47	25,37	+0,16	0,429		+0,03
	α Aquarii	O	21	59	05,27	„	„	−0,30	+0.03	−0,80	04,02	59	25,02	+0.25	0,756		−0,01
	Θ Pegasi	O	22	03	37,17	„	„	−0,32	+0,03	−0,81	35,89	03	56,81	+0,33	0,680		+0,10
	41 Aquarii	O	22	07	07,71	„	0,17	−0,33	+0,02	−0,87	06,36	07	27,35	+0,26	1,010		−0,11
	Θ Aquarii	O	22	09	57,80	„	„	−0,35	+0,02	−0,81	56,49	10	17,61	+0,13	0,843		−0,17
	Polst. L (o. C)	O (7)	22	22	49,08	0,01	0,18	−0,40	+0,57		39,28	23	03,11	−2,58	− 7,696		+0,64
	„	W (7)	„	„	32,21			−0,40	−1,78								
	ζ Pegasi	W	22	34	55,73	1	0,17	−0,46	−0,15	+0,82	55,77	35	16,82	+0,20	0,625		−0,16
	68 Aquarii	W	22	40	33,01	„	„	−0,48	−0,07	+0,85	33,14	40	53,84	+0.55	0,991		+0,03
	λ Aquarii	W	22	45	48,10	„	„	−0,51	−0,11	+0,81	48.12	46	08,95	+0,42	0,841		−0,08
	α Piscis aust.	W	22	50	27,60	„	„	−0,52	−0,04	+0,93	27.80	50	48,87	+0,68	1,135		+0.10

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p_i)	Federparallaxe (−)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i	Rectascension a_i m	s	$n_i = t_i - a_i + \Delta$	k_i	Werthe von x, d, u. s	$v_i = n_i + x + d + s\,k_i$
							s	s	s	s	s		s	s			s
1875 September 14. für $20^h\ 35^m$ . . . $\Delta = +20{,}''10$	ν Sagittarii	W	19	14	16,58	1	0,20	+0,34	−0,10	+0,79	17,41	14	36,99	+0,52	0,939	x = −0,"064; d = −0,"101 (Lage W); s = −0,"431; m. F. von x . . . ± 0,"035	−0,04
	δ Aquilae	W	19	18	53,96	„	0,21	+0,33	−0,15	+0,77	54,70	19	14,35	+0,45	0,711		−0,01
	α Vulpeculae	W	19	23	12,05	„	„	+0,32	−0,22	+0,83	12,77	23	32,45	+0,42	0,442		+0,08
	ι Aquilae	W	19	29	57,66	„	„	+0,30	−0,15	+0,78	58,38	30	17,97	+0,51	0,763		+0,03
	σ Aquilae	W	19	32	43,74	„	„	+0,29	−0,17	+0,78	44,43	33	04,05	+0,48	0,686		+0,03
	β Sagittae	W	19	35	08,07	„	„	+0,28	−0,21	+0,80	08,73	35	28,48	+0,35	0,538		−0,04
	Polst. E (u. C)	W (6)	19	46	39,96	0,01	„	+0,25	+1,67		33,44	46	49,11	+4,43	+ 7,561		+1,12
	„	O (7)	„	„	24,83			+0,25	+0,06								
	α Equulei	O	21	09	19,01	1	0,19	−0,17	0,00	−0,86	17,79	09	37,49	+0,40	0,690		+0,15
	Polst. F (u. C)	O (6)	21	18	44,35	0,02	„	−0,22	+0,06		50,27	19	07,85	+2,52	+ 5,417		+0,18
	„	W (7)	„	„	55,62			−0,22	+1,12								
	ε Capricorni	W	21	29	48,50	1	„	−0,28	−0,09	+0,90	48,84	30	08,36	+0,58	0,988		0,00
	d Aquarii	W	21	32	55,99	„	„	−0,30	−0,16	+0,86	56,20	33	15,81	+0,49	0,725		+0,02
	ε Pegasi	W	21	37	45,89	„	„	−0,32	−0,18	+0,87	46,16	38	05,81	+0,45	0,635		+0,02
	16 Pegasi	W	21	47	05,42	„	„	−0,37	−0,21	+0,95	05,60	47	25,85	+0,35	0,429		+0,01
	α Aquarii	W	21	59	05,34	„	„	−0,43	−0,14	+0,87	05,45	59	25,01	+0,54	0,756		+0,06
	θ Pegasi	W	22	03	37,13	„	„	−0,45	−0,16	+0,88	37,21	03	56,80	+0,49	0,680		+0,04
	41 Aquarii	W	22	07	07,57	„	„	−0,47	−0,08	+0,94	07,77	07	27,35	+0,52	1,010		−0,07
	θ Aquarii	W	22	09	57,78	„	„	−0,48	−0,12	+0,89	57,88	10	17,61	+0,37	0,843		−0,15
	Polst. L (o. C)	W (7)	22	22	30,76	0,01	0,20	−0,55	−2,05		38,44	23	02,88	−4,84	− 7,696		−1,08
	„	O (6)	„	„	49,74			−0,55	+0,29								
	68 Aquarii	O	22	40	35,72	1	„	−0,65	+0,01	−0,99	33,89	40	53,84	+0,15	0,991		−0,23
	λ Aquarii	O	22	45	50,91	„	„	−0,69	+0,02	−0,93	49,11	46	08,95	+0,26	0,841		−0,05
	α Piscis austr.	O	22	50	30,49	„	„	−0,71	+0,01	−1,08	28,51	50	48,37	+0,24	1,185		−0,20
	α Pegasi	O	22	58	17,15	„	„	−0,73	+0,02	−0,96	15,28	58	35,22	+0,16	0,572		−0,04
	Polst. J (o. C)	W (5)	18	11	56,24	0,01	0,22	+0,89	−2,82		07,43	12	29,99	−2,86	−10,525		+1,11
	„	O (6)	„	12	20,31			+0,89	+0,25								
	1 Aquilae	O	18	28	07,72	1	„	+0,79	0,00	−0,79	07,50	28	26,78	+0,42	0,842		+0,04
	e Serpentis	O	18	30	53,96	„	„	+0,78	0,00	−0,78	53,74	31	13,00	+0,44	0,750		+0,09
	α Lyrae	O	18	32	25,08	„	„	+0,76	+0,01	−1,00	24,63	32	44,12	+0,21	0,210		+0,07
	2 Aquilae	O	18	38	09,32	„	„	+0,75	0,00	−0,79	09,06	35	28,84	+0,42	0,852		+0,03
	112 Herculis	O	18	46	39,28	„	„	+0,68	−0,01	−0,86	38,87	46	58,26	+0,31	0,484		+0,06
	ϑ_1 Serpentis	O	18	49	43,83	„	„	+0,66	−0,01	−0,79	43,47	50	02,73	+0,44	0,698		+0,11
	ϑ_2 Serpentis	O	18	49	45,30	„	„	+0,66	−0,01	−0,79	44,94	50	04,17	+0,47	0,698		+0,14
	ε Aquilae	O	18	53	40,27	„	„	+0,64	−0,01	−0,82	39,86	58	59,22	+0,84	0,567		+0,06
	Polst. D (o. C)	O (7)	19	04	21,18	0,04	„	+0,58	+0,10		27,71	04	45,83	+2,08	+ 5,914		−0,26
	„	W (3)	„	„	31,91			+0,58	+1,29								

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p_i)	Federparallaxe (—)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i s	Rectascension α_i m	s	$n_i = t_i - \alpha_i + \Delta$	k_i	Werthe von x, d u. a	$v_i = n_i + x \pm d + a k_i$
1875 September 16. für 20h 45m . . Δ = + 18,00							s	s	s	s				s		x = — 0,123; d = — 0,071 (Lage W); a = — 0,458; m. F. von x . . ± 0,028	s
	ϑ_2 Serpentis	W	18	49	45,60	1	0,26	+0,64	—0,13	+0,81	46,66	50	04,15	+0,51	0,698		0,00
	ε Aquilae	W	18	53	40,61	„	„	+0,62	—0,16	+0,84	41,65	53	59,20	+0,45	0,567		0,00
	Polst. D (u. C)	W (6)	19	04	35,78	0,04	„	+0,56	+0,87		30,10	04	45,50	+2,60	+5,914		—0,22
	„	O (6)	„	„	23,09			+0,56	—0,31								
	υ Sagittarii	O	19	14	20,06	1	„	+0,51	+0,02	—0,89	19,44	14	36,95	+0,49	0,939		+0,01
	α Vulpeculae	O	19	23	15,58	„	„	+0,46	+0,04	—0,94	14,88	23	32,40	+0,48	0,442		+0,28
	ι Aquilae	O	19	30	01,12	„	„	+0,42	0,00	—0,86	00,42	30	17,94	+0,48	0,768		+0,08
	σ Aquilae	O	19	32	47,19	„	„	+0,40	+0,01	—0,86	46,48	33	04,01	+0,47	0,686		+0,10
	β Sagittae	O	19	35	11,61	„	„	+0,39	+0,01	—0,91	10,84	35	28,44	+0,40	0,538		+0,10
	Polst. E (u. C)	O (6)	19	46	26,73	0,01	0,27	+0,33	+0,03		35,84	46	49,52	+4,32	+7,561		+0,75
	„	W (7)	„	„	42,88			+0,33	+1,64								
	τ Aquilae	W	19	57	46,46	1	0,28	+0,27	—0,17	+0,86	47,14	58	04,62	+0,52	0,664		+0,02
	17 Vulpeculae	W	20	01	15,23	„	„	+0,25	—0,22	+0,92	15,90	01	33,46	+0,44	0,458		+0,04
	Θ Aquilae	W	20	04	35,95	„	„	+0,23	—0,15	+0,86	36,61	04	54,11	+0,50	0,759		—0,04
	α_2 Capricorni	W	20	10	52,08	„	„	+0,19	—0,11	+0,88	52,76	11	10,20	+0,56	0,898		—0,05
	Polst. F (u. C)	W (6)	21	18	58,46	0,02	0,29	—0,19	+1,05		52,74	19	08,03	+2,71	+5,417		+0,11
	„	O (7)	„	„	46,73			—0,19	0,00								
	ε Capricorni	O	21	29	52,28	1	„	—0,26	0,00	—1,01	50,72	30	08,34	+0,38	0,988		—0,12
	d Aquarii	O	21	32	59,71	„	„	—0,27	0,00	—0,94	58,21	33	15,79	+0,42	0,725		+0,04
	ε Pegasi	O	21	37	49,66	„	„	—0,30	0,00	—0,95	48,12	38	05,79	+0,33	0,635		—0,01
	16 Pegasi	O	21	47	09,15	„	0,28	—0,36	0,00	—1,05	07,46	47	25,33	+0,13	0,429		—0,12
	α Aquarii	O	21	59	09,00	„	„	—0,43	—0,01	—0,95	07,33	59	24,99	+0,34	0,756		—0,06
	Θ Pegasi	O	22	03	40,86	„	„	—0,46	—0,02	—0,96	39,14	03	56,79	+0,35	0,680		—0,01
	41 Aquarii	O	22	07	11,52	„	„	—0,49	—0,01	—1,04	09,70	07	27,33	+0,37	1,010		—0,14
	Θ Aquarii	O	22	09	61,72	„	„	—0,50	—0,01	—0,97	59,96	10	17,60	+0,36	0,843		—0,08
	Polst. L (o. C)	O (7)	22	22	54,24	0,01	„	—0,57	—0,20		40,70	23	02,68	—3,98	—7,696		—0,59
	„	W (6)	„	„	31,95			—0,57	—2,54								
	68 Aquarii	W	22	40	36,50	1	„	—0,68	—0,09	+1,02	36,47	40	53,83	+0,64	0,991		—0,01
	λ Aquarii	W	22	45	51,58	„	„	—0,71	—0,13	+0,97	51,43	46	08,95	+0,48	0,841		—0,10
	α Piscis austr.	W	22	50	30,99	„	„	—0,73	—0,05	+1,11	31,04	50	48,37	+0,67	1,185		—0,04
	α Pegasi	W	22	58	17,90	„	„	—0,78	—0,17	+1,01	17,68	58	35,21	+0,47	0,572		+0,01
	φ Aquarii	W	23	07	37,15	„	„	—0,84	—0,11	+0,99	36,91	07	54,24	+0,67	0,823		+0,10
	γ Piscium	W	23	10	27,20	„	„	—0,85	—0,14	+0,98	26,91	10	44,40	+0,51	0,715		—0,01

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p_i)	Federparallaxe (−)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i s	Rectascension α_i m	s	$n_i = t_i - \alpha_i + \Delta$	k_i	Werthe von x, d u. a	$v_i = n_i + x \pm d + a k_i$
1875 September 17. für $20^h 45^m$ . . . $\Delta = +17{,}40^s$	Polst. J (o. C)	W (7)	18	11	57,34	0,01	0,27 s	+0,80 s	−2,33 s		07,63	12	29,20	−4,17 s	−10,525	x = − 0,003; d = − 0,027 (Lage W); a = − 0,432; m. F. von x . . . + 0,019	+0,37 s
	"	O (8)	"	12	18,90			+0,80	+0,74								
	1 Aquilae	O	18	28	09,97	1	0,28	+0,73	+0,02	−0,74 s	09,70	28	26,74	+0,36	0,842		+0,02
	e Serpentis	O	18	30	56,19	"	"	+0,71	+0,02	−0,73	55,91	31	12,96	+0,35	0,750		+0,05
	α Lyrae	O	18	32	27,19	"	"	+0,70	+0,05	−0,94	26,72	32	44,06	+0,06	0,210		−0,01
	2 Aquilae	O	18	35	11,56	"	"	+0,69	+0,02	−0,74	11,25	35	28,30	+0,35	0,852		0,00
	112 Herculis	O	18	46	41,41	"	"	+0,63	+0,04	−0,80	41,00	46	58,12	+0,28	0,484		+0,09
	ϑ_1 Serpentis	O	18	49	46,05	"	"	+0,61	+0,03	−0,74	45,67	50	02,69	+0,38	0,698		+0,10
	ϑ_2 Serpentis	O	18	49	47,49	"	"	+0,61	+0,03	−0,74	47.11	50	04,13	+0,38	0,698		+0,10
	ε Aquilae	O	18	53	42,46	"	"	+0,59	+0,03	−0,77	42,03	53	59,18	+0,25	0,567		+0,03
	Polst. D (u. C)	O (6)	19	04	25,23	0,05	"	+0,54	−0,17		31,33	04	45,69	+3,04	+ 5,914		+0,48
	"	W (7)	"	"	35,84			+0,54	+1,02								
	υ Sagittarii	W	19	14	19,08	1	"	+0,49	−0,09	+0,76	19,96	14	36,93	+0,43	0,939		−0,01
	δ Aquilae	W	19	18	56,45	"	"	+0,46	−0,13	+0,74	57,24	19	14,29	+0,35	0,711		+0,01
	α Vulpeculae	W	19	23	14,39	"	"	+0,44	−0,19	+0,81	15,17	23	32,38	+0,19	0,442		−0,03
	ι Aquilae	W	19	30	00,13	"	"	+0,41	−0,12	+0,75	00,89	30	17,92	+0,37	0,763		+0,01
	σ Aquilae	W	19	32	46,16	"	"	+0,39	−0,14	+0,75	46,88	33	03,99	+0,29	0,686		−0,03
	β Sagittae	W	19	35	10,58	"	"	+0,38	−0,17	+0,78	11,29	35	28,42	+0,27	0,538		+0,01
	Polst. E (u. C)	W (7)	19	46	42,04	0,01	"	+0,32	+1,35		35,88	46	49,72	+3,56	+ 7,561		+0,29
	"	O (4)	"	"	28,27			+0,32	−0,26								
	τ Aquilae	O	19	57	48,24	"	"	+0,27	+0,02	−0,79	47,46	58	04,61	+0,25	0,664		−0,01
	17 Vulpeculae	O	20	01	17,13	"	"	+0,25	+0.03	−0,87	16,26	01	33,44	+0,22	0,458		+0,05
	Θ Aquilae	O	20	04	37,81	"	"	+0,24	+0,02	−0,79	37,00	04	54,09	+0,31	0,759		+0,01
	α_2 Capricorni	O	20	10	53,97	"	"	+0,20	+0,02	−0,82	53,09	11	10,18	+0,31	0,898		−0,05
	Polst. F (u. C)	O (6)	21	18	47,34	0,02	0,30	−0,20	−0,07		52,81	19	08,12	+2,09	+ 5,417		−0,25
	"	W (7)	"	"	58,16			−0,20	+0,99								
	d Aquarii	W	21	32	58,57	1	"	−0,29	−0,15	+0,83	58,66	33	15,78	+0,28	0,725		−0,06
	ε Pegasi	W	21	37	48,55	"	"	−0,32	−0,17	+0,84	48,60	38	05,78	+0,22	0,635		−0,08
	16 Pegasi	W	21	47	08,06	"	"	−0,37	−0,21	+0,92	08,10	47	25,32	+0,18	0,429		−0,04
	α Aquarii	W	21	59	08,01	.,	"	−0,44	−0,13	+0,85	07,99	59	24,98	+0,41	0,756		+0,05
	Θ Pegasi	W	22	03	39,84	"	"	−0,47	−0,15	+0,86	39,78	03	56,78	+0,40	0,680		+0,08
	41 Aquarii	W	22	07	10,42	"	"	−0.49	−0.08	+0,91	10,46	07	27,33	+0,53	1,010		+0,06
	Θ Aquarii	W	22	10	00,66	"	"	−0,51	−0,11	+0,86	00,60	10	17,59	+0,41	0,843		+0,02
	Polst. L (o. C)	W (7)	22	22	34.52	0,01	"	−0,58	−2,05		42,16	23	02,60	−3,04	− 7,696		+0,28
	"	O (7)	"	"	53,67			−0,58	+0,29								
	ζ Pegasi	O	22	34	61,43	1	"	−0,67	+0,02	−0,91	59,57	35	16,80	+0,17	0,625		−0,08
	68 Aquarii	O	22	40	38,72	"	"	−0,70	+0,01	−0,96	36,77	40	53,83	+0,34	0,991		−0,06
	α Piscis austr.	O	22	50	33,40	"	"	−0,75	+0,01	−1,05	31,31	50	48,36	+0,35	1,135		−0,12

Datum, Reductionszeit und Δ	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Gewicht (p_i)	Federparallaxe (−)	Reduction auf den mittleren Moment	Correct. für Neigung und Biegung	Collimation und tägl. Aberration	t_i s	Rectascension a_i m	s	$n_i = t_i - a_i + \Delta$	k_i	Werthe von x, d u. a	$v_i = n_i + x \pm d + a k_i$
							s	s	s	s				s			s
	α Pegasi	O	22	58	19,99	1	0,30	−0,79	+0,02	−0,94	17,98	58	35,21	+0,17	0,572		−0,05
	58 Pegasi	O	23	03	31,83	„	„	−0,82	+0,02	−0,93	29,80	03	47,00	+0,20	0,637		−0,05
	φ Aquarii	O	23	07	39,21	„	„	−0,85	+0,01	−0,92	37,15	07	54,23	+0,32	0,823		−0,01
	γ Piscium	O	23	10	29,33	„	„	−0,86	+0,01	−0,91	27,27	10	44,40	+0,27	0,715		−0,01
1875 September 18. für 21h 00m . . . Δ = + 18,s10	Polst. J (o. C)	O (7)	18	12	14,58	0,01	0,28	+0,85	+0,86		05,42	12	28,80	−5,28	−10,525	x = + 0,s017; d = − 0,s033 (Lage W); a = − 0,s484; m F. von x . . . + 0,s020	−0,17
	„	W (7)	„	11	56,93			+0,85	−2,21								
	1 Aquilae	W	18	28	07,97	1	„	+0,77	−0,09	+0,68	09,05	28	26,72	+0,43	0,842		+0,01
	e Serpentis	W	18	30	54,19	„	„	+0,75	−0,11	+0,67	55,22	31	12,94	+0,38	0,750		0,00
	α Lyrae	W	18	32	24,85	„	„	+0,75	−0,21	+0,86	25,97	32	44,04	+0,03	0,210		−0,09
	2 Aquilae	W	18	35	09,57	„	„	+0,73	−0,09	+0,68	10,61	35	28,28	+0,43	0,852		0,00
	112 Herculis	W	18	46	39,26	„	„	+0,67	−0,16	+0,73	40,22	46	58,10	+0,22	0,484		−0,08
	ϑ_1 Serpentis	W	18	49	43,96	„	„	+0,66	−0,12	+0,69	44,91	50	02,67	+0,34	0,698		−0,01
	ϑ_2 Serpentis	W	18	49	45,36	„	„	+0,66	−0,12	+0,69	46,31	50	04,11	+0,30	0,698		−0,05
	ε Aquilae	W	18	53	40,40	„	„	+0,64	−0,15	+0,71	41,32	53	59,16	+0,26	0,567		−0,08
	Polst. D (u. C)	W (5)	19	04	35,02	0,04	0,27	+0,59	+0,90		30,69	04	45,86	+2,98	+ 5,914		+0,09
	„	O (6)	„	„	24,89			+0,59	−0,29								
	υ Sagittarii	O	19	14	19,65	1	„	+0,54	+0,02	−0,76	19,18	14	36,91	+0,37	0,939		−0,08
	δ Aquilae	O	19	18	56,99	„	„	+0,51	+0,08	−0,78	56,53	19	14,27	+0,36	0,711		+0,07
	α Vulpeculae	O	19	23	15,04	„	„	+0,49	+0,05	−0,80	14,51	23	32,36	+0,25	0,442		+0,09
	ι Aquilae	O	19	30	00,72	„	0,26	+0,46	+0,02	−0,73	00,21	30	17,90	+0,41	0,763		+0,09
	σ Aquilae	O	19	32	46,72	„	„	+0,44	+0,03	−0,74	46,19	33	08,98	+0,31	0,686		+0,03
	Polst. E (u. C)	O (7)	19	46	28,23	0,015	„	+0,38	−0,17		35,75	46	49,93	+3,92	+ 7,561		+0,28
	„	W (7)	„	„	41,48			+0,38	+1,44								
	τ Aquilae	W	19	57	46,18	1	0,27	+0,32	−0,15	+0,74	46,82	58	04,59	+0,33	0,664		−0,01
	17 Vulpeculae	W	20	01	15,02	„	„	+0,30	−0,19	+0,79	15,65	01	33,43	+0,32	0,458		+0,08
	Θ Aquilae	W	20	04	35,74	„	„	+0,29	−0,13	+0,73	36,36	04	54,08	+0,38	0,759		0,00
	α_2 Capricorni	W	20	10	51,95	„	0,28	+0,25	−0,10	+0,76	52,58	11	10,17	+0,51	0,898		+0,06
	Polst. F (u. C)	W (6)	21	18	56,92	0,02	0,27	−0,10	+0,97		52,21	19	08,22	+2,09	+ 5,417		−0,51
	„	O (6)	„	„	47,16			−0,10	−0,09								
	ε Capricorni	O	21	29	51,86	1	0,26	−0,15	+0,01	−0,87	50,59	30	08,32	+0,37	0,988		−0,06
	d Aquarii	O	21	32	59,30	„	„	−0,17	+0,01	−0,81	58,07	33	15,77	+0,40	0,725		+0,10
	ε Pegasi	O	21	37	49,17	„	„	−0,20	+0,01	−0,82	47,90	38	05,78	+0,22	0,685		−0,04
	16 Pegasi	O	21	47	08,77	„	„	−0,24	+0,02	−0,92	07,37	47	25,31	+0,16	0,429		0,00
	α Aquarii	O	21	59	08,56	„	„	−0,30	+0,01	−0,83	07,18	59	24,98	+0,30	0,756		−0,02
	Θ Pegasi	O	22	03	40,46	„	0,27	−0,33	+0,02	−0,84	39,04	03	56,77	+0,37	0,680		+0,09
	41 Aquarii	O	22	07	11,12	„	„	−0,35	+0,01	−0,90	09,61	07	27,32	+0,39	1,010		−0,05
	Θ Aquarii	O	22	09	61,34	„	„	−0,36	+0,01	−0,85	59,87	10	17,58	+0,39	0,848		+0,03

1. Periode:	21. August	$d = -0{,}^s083$	Mittel $d = -0{,}^s067$	$-0{,}^s016$	Differenzen gegen das Mittel
	23. „	$d = -0{,}^s053$		$+0{,}^s014$	
	24. „	$d = -0{,}^s083$		$-0{,}^s016$	
	25. „	$d = -0{,}^s058$		$+0{,}^s009$	
	26. „	$d = -0{,}^s078$		$-0{,}^s011$	
	27. „	$d = -0{,}^s049$		$+0{,}^s018$	
2. Periode:	12. Sept.	$d = -0{,}^s077$	Mittel $d = -0{,}^s047$	$-0{,}^s030$	Differenzen gegen das Mittel
	13. „	$d = -0{,}^s012$		$+0{,}^s035$	
	14. „	$d = -0{,}^s101$		$-0{,}^s054$	
	15. „	$d = -0{,}^s009$		$+0{,}^s038$	
	16. „	$d = -0{,}^s071$		$-0{,}^s024$	
	17. „	$d = -0{,}^s027$		$+0{,}^s020$	
	18. „	$d = -0{,}^s033$		$+0{,}^s014$	

Bringt man an den in der ersten Columne der Hauptzusammenstellung vorgetragenen approximativen Uhrständen Δ die in der 17. Spalte enthaltenen Correctionen x an, so ergeben sich die definitiven Uhr-Correctionen für die zugehörigen Zeitmomente der einzelnen Abende. Auf Grundlage dieser Werthe und der vorstehend auf pag. 499 und 500 über den Gang der Registriruhr Berthoud mitgetheilten Daten ergeben sich nun für die Reduction der Zeichenwechsel folgende Relationen für die in Rechnung zu nehmenden Uhr-Correctionen u:

21. August	$u = -18{,}^s918 - 0{,}^s180\,(t - 20{,}833)^h$	[32 Zeit- und 3 Pol-Sterne]
23. „	$u = -20{,}^s687 - 0{,}^s247\,(t - 21{,}000)^h$	[32 „ „ 5 „ „]
24. „	$u = -21{,}^s682 - 0{,}^s266\,(t - 20{,}167)^h$	[30 „ „ 5 „ „]
25. „	$u = -26{,}^s400 - 0{,}^s196\,(t - 21{,}783)^h$	[25 „ „ 4 „ „]
26. „	$u = -26{,}^s230 - 0{,}^s166\,(t - 20{,}883)^h$	[36 „ „ 5 „ „]
27. „	$u = -24{,}^s462 - 0{,}^s170\,(t - 21{,}083)^h$	[32 „ „ 5 „ „]
12. Sept.	$u = +21{,}^s228 - 0{,}^s251\,(t - 20{,}833)^h$	[32 Zeit- und 6 Pol-Sterne]
13. „	$u = +22{,}^s183 - 0{,}^s175\,(t - 19{,}000)^h$	[13 „ „ 1 „ „]
14. „	$u = +20{,}^s046 - 0{,}^s306\,(t - 20{,}583)^h$	[27 „ „ 5 „ „]
15. „	$u = +19{,}^s630 - 0{,}^s359\,(t - 20{,}667)^h$	[32 „ „ 5 „ „]
16. „	$u = +17{,}^s877 - 0{,}^s341\,(t - 20{,}750)^h$	[31 „ „ 5 „ „]
17. „	$u = +17{,}^s397 - 0{,}^s358\,(t - 20{,}750)^h$	[32 „ „ 5 „ „]
18. „	$u = +18{,}^s117 - 0{,}^s310\,(t - 21{,}000)^h$	[36 „ „ 6 „ „]

Von Seite des K. K. Oesterreichischen Gradmessungs-Büreau's, welches auch die definitive Berechnung der von Herrn Prof. Dr. Schur in Strassburg (21. mit 27. August) und Wien (12. mit 18. September) ausgeführten Beobachtungen besorgt hat, wurden für die Reduction der Zeichenwechsel die nachfolgenden Daten mitgetheilt:

Signalwechsel Bogenhausen—Strassburg.

Datum 1875	Signale von Bogenhausen (B)			Signale von Strassburg (S)			Signale von Strassburg (S)			Signale von Bogenhausen (B)		
	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u) − (p'+u') − 1^m − 8^s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u) − (p'+u') + 1^m + 8^s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u) − (p'+u') + 1^m + 8^s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u) − (p'+u') − 1^m − 8^s
	B	S		B	S		B	S		B	S	
	p / u	p' / u'		p / u	p' / u'		p / u	p' / u'		p / u	p' / u'	
Aug. 21.	20,605 h	20,350 h	15 m 16,683 s				20,745 h	20,490 h	15 m 16,716 s	20,769 h	20,514 h	15 m 16,675 s
	− 0,114 s	+ 0,333 s	+ 4,660				− 0,123 s	+ 0,312 s	+ 4,649	− 0,123 s	+ 0,312 s	+ 4,647
	− 18,877	− 23,984	15 21,343				− 18,902	− 23,986	15 21,365	− 18,906	− 23,988	15 21,322
Aug. 23.	20,632 h	20,377 h	15 m 19,026 s	20,659 h	20,403 h	15 m 19,067 s	20,717 h	20,462 h	15 m 19,076 s	20,750 h	20,495 h	15 m 19,056 s
	− 0,101 s	0,000 s	+ 2,308	− 0,101 s	0,000 s	+ 2,302	− 0,119 s	− 0,003 s	+ 2,274	− 0,119 s	− 0,003 s	+ 2,267
	− 20,596	− 23,005	15 21,334	− 20,603	− 23,006	15 21,369	− 20,617	− 23,007	15 21,350	− 20,625	− 23,008	15 21,323
Aug. 25.	20,724 h	20,467 h	15 m 23,734 s	20,750 h	20,494 h	15 m 23,747 s	20,811 h	20,554 h	15 m 23,767 s	20,832 h	20,576 h	15 m 23,746 s
	− 0,135 s	+ 0,082 s	− 2,361	− 0,135 s	+ 0,082 s	− 2,365	− 0,123 s	+ 0,087 s	− 2,368	− 0,123 s	+ 0,087 s	− 2,372
	− 26,193	− 24,049	15 21,373	− 26,198	− 24,050	15 21,382	− 26,210	− 24,052	15 21,399	− 26,214	− 24,052	15 21,374
Aug. 26.	20,758 h	20,503 h	15 m 21,252 s	20,786 h	20,530 h	15 m 21,296 s						
	− 0,137 s	+ 0,167 s	+ 0,083	− 0,137 s	+ 0,167 s	+ 0,079						
	− 24,209	− 24,596	15 21,335	− 24,214	− 24,597	15 21,375						
Aug. 27.	21,167 h	20,911 h	15 m 21,048 s	21,196 h	20,941 h	15 m 21,088 s	21,322 h	21,066 h	15 m 21,101 s	21,356 h	21,100 h	15 m 21,082 s
	− 0,125 s	+ 0,078 s	+ 0,371	− 0,125 s	+ 0,078 s	+ 0,366	− 0,123 s	+ 0,096 s	+ 0,331	− 0,122 s	+ 0,096 s	+ 0,328
	− 24,476	− 25,050	15 21,419	− 24,481	− 25,050	15 21,454	− 24,503	− 25,053	15 21,432	− 24,508	− 25,054	15 21,410
Sept. 12.	20,950 h	20.698 h	15 m 06,972 s	20,975 h	20,723 h	15 m 06,960 s	21,023 h	20,771 h	15 m 06,980 s	21,048 h	20,796 h	15 m 06,994 s
	− 0,177 s	+ 0,063 s	+ 14,322	− 0,157 s	+ 0,063 s	+ 14,336	− 0,157 s	+ 0,063 s	+ 14.322	− 0,170 s	+ 0,063 s	+ 14,305
	+ 21,199	+ 6,637	15 21,294	+ 21,193	+ 6,637	15 21,296	+ 21,180	+ 6,636	15 21,302	+ 21,174	+ 6,636	15 21,299
Sept. 15.	20,676 h	20,424 h	15 m 08,406 s	20,711 h	20,459 h	15 m 08,469 s	20.830 h	20,578 h	15 m 08,497 s	20,898 h	20,645 h	15 m 08,498 s
	− 0,181 s	− 0,005 s	+ 12,868	− 0,181 s	− 0,005 s	+ 12,856	− 0,183 s	− 0,005 s	+ 12,811	− 0,183 s	− 0,005 s	+ 12,786
	+ 19,627	+ 6,583	15 21,274	+ 19,615	+ 6,583	15 21,325	+ 19,572	+ 6,583	15 21,308	+ 19.548	+ 6,584	15 21,279
Sept. 16.	20,649 h	20,396 h	15 m 10,689 s	20,679 h	20,426 h	15 m 10,753 s	20,778 h	20,525 h	15 m 10,777 s	20,803 h	20,550 h	15 m 10,736 s
	− 0,282 s	− 0,009 s	+ 10,663	− 0,282 s	− 0,009 s	+ 10,652	− 0,284 s	− 0,009 s	+ 10,616	− 0,284 s	− 0,009 s	+ 10,607
	+ 17,912	+ 6,976	15 21,352	+ 17,901	+ 6,976	15 21,405	+ 17,868	+ 6,977	15 21,393	+ 17,859	+ 6,977	15 21,343

Datum 1875	Signale von Wien (W)			Signale von Bogenhausen (B)			Signale von Bogenhausen (B)			Signale von Wien (W)		
	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) − l − s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) + l + s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) + l + s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p+u)−(p′+u′) − l − s
	W p (h) u (s)	B p′ (h) u′ (s)	(m s)	W p (h) u (s)	B p′ (h) u′ (s)	(m s)	W p (h) u (s)	B p′ (h) u′ (s)	(m s)	W p (h) u (s)	B p′ (h) u′ (s)	(m s)
Aug. 24.	21,037	20,733	18 07,777	21,057	20,755	18 07,824	21,112	20,810	18 07,807	21,128	20,827	18 07,787
	+ 0,146	− 0,085	+ 47,366	+ 0,146	− 0,085	+ 47,372	+ 0,146	− 0,085	+ 47,391	+ 0,146	− 0,085	+ 47,397
	+ 25,289	− 21,846	18 55,143	+ 25,290	− 21,851	18 55,196	+ 25,294	− 21,866	18 55,198	+ 25,295	− 21,871	18 55,184
Aug. 25.	21,434	21,133	18 02,443	21,458	21,157	18 02,474	21,508	21,208	18 02,462	21,531	21,230	18 02,403
	+ 0,131	− 0,130	+ 52,766	+ 0,131	− 0,130	+ 52,773	+ 0,131	− 0,125	+ 52,780	− 0,131	− 0,125	+ 52,785
	+ 26,232	− 26,273	18 55,209	+ 26,234	− 26,278	18 55,247	+ 26,237	− 26,287	18 55,242	− 26,238	− 26,291	18 55,188
Aug. 26.	21,699	21,398	18 03,305	21,725	21,423	18 03,359	21,775	21,473	18 03,347	21,795	21,495	18 03,282
	+ 0,138	− 0,181	+ 51,889	+ 0,138	− 0,181	+ 51,894	+ 0,138	− 0,183	+ 51,908	+ 0,138	− 0,183	+ 51,912
	+ 27,255	− 24,315	18 55,194	+ 27,256	− 24,319	18 55,253	+ 27,259	− 24,328	18 55,255	+ 27,260	− 24,331	18 55,194
Aug. 27.	20,815	20,513	18 02,221	20,838	20,537	18 02,246	20,905	20,603	18 02,282	20,927	20,625	18 02,251
	+ 0,163	− 0,142	+ 52,919	+ 0,163	− 0,142	+ 52,924	+ 0,163	− 0,122	+ 52,919	+ 0,163	− 0,122	+ 52,924
	+ 28,249	− 24,365	18 55,140	+ 28,250	− 24,369	18 55,170	+ 28,254	− 24,380	18 55,201	+ 28,255	− 24,384	18 55,175
Sept. 12.	20,721	20,413	18 26,442	20,749	20,442	18 26,481	20,927	20,620	18 26,438	20,992	20,685	18 26,390
	− 0,041	− 0,142	+ 28,621	− 0,042	− 0,142	+ 28,629	− 0,042	− 0,138	+ 28,679	− 0,043	− 0,138	+ 28,699
	+ 49,854	+ 21,334	18 55,063	+ 49,855	+ 21,326	18 55,110	+ 49,865	+ 21,282	18 55,117	+ 49,869	+ 21,265	18 55,089
Sept. 14.	20,535	20,228	18 22,391	20,561	20,255	18 22,428	20,662	20,355	18 22,434	20,695	20,388	18 22,388
	− 0,040	− 0,215	+ 32,727	− 0,042	− 0,215	+ 32,735	− 0,039	− 0,197	+ 32,756	− 0,040	− 0,197	+ 32,767
	+ 52,707	+ 20,155	18 55,118	+ 52,709	+ 20,147	18 55,163	+ 52,714	+ 20,116	18 55,190	+ 52,716	+ 20,106	18 55,155
Sept. 15.	20,565	20,258	18 20,625	20,600	20,294	18 20,671	20,667	20,362	18 20,648	20,706	20,400	18 20,591
	− 0,055	− 0,195	+ 34,511	− 0,047	− 0,195	+ 34,534	− 0,051	− 0,197	+ 34,561	− 0,050	− 0,197	+ 34,578
	+ 54,148	+ 19,777	18 55,136	+ 54,150	+ 19,761	18 55,205	+ 54,154	+ 19,739	18 55,209	+ 54,157	+ 19,726	18 55,169
Sept. 16.	21,297	20,992	18 16,980	21,325	21,020	18 16,995	21,412	21,107	18 16,969	21,438	21,133	18 16,918
	− 0,050	− 0,278	+ 38,206	− 0,050	− 0,278	+ 38,218	− 0,048	− 0,282	+ 38,259	− 0,051	− 0,282	+ 38,267
	+ 55,773	+ 17,795	18 55,186	+ 55,775	+ 17,785	18 55,213	+ 55,780	+ 17,755	18 55,228	+ 55,782	+ 17,746	18 55,180

Datum 1875	Signale von Wien (W)			Signale von Bogenhausen (B)			Signale von Bogenhausen (B)			Signale von Wien (W)		
	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p + u) − (p' + u') − l s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p + u) − (p' + u') + l s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p + u) − (p' + u') + l s	Epoche in Zeit von		Uhrdiff. Δ (p + u) − (p' + u') − l s
	W	B		W	B		W	B		W	B	
	p u	p' u'		p u	p' u'		p u	p' u'		p u	p' u'	
Sept. 17.	h 20,864	h 20,560	m s 18 15,164	h 20,925	h 20,620	m s 18 15,206	h 20,951	h 20,647	m s 18 15,177	h 21,135	h 20,832	m s 18 15,026
	s − 0,045	s − 0,280	+ 39,986	s − 0,043	s − 0,280	+ 40,013	s − 0,045	s − 0,290	+ 40,032	s − 0,044	s − 0,290	+ 40,109
	+ 57,216	+ 17,465	18 55,150	+ 57,219	+ 17,443	18 55,219	+ 57,221	+ 17,434	18 55,209	+ 57,231	+ 17,368	18 55,135
Sept. 18.	h 20,798	h 20,493	m s 18 14,613	h 20,828	h 20,525	m s 18 14,652	h 20,968	h 20,663	m s 18 14,601	h 21,009	h 20,705	m s 18 14,555
	s − 0,042	s − 0,242	+ 40,487	s − 0,047	s − 0,242	+ 40,493	s − 0,048	s − 0,242	+ 40,543	s − 0,047	s − 0,242	+ 40,559
	+ 58,561	+ 18,274	18 55,100	+ 58,562	+ 18,264	18 55,145	+ 58,570	+ 18,221	18 55,144	+ 58,572	+ 18,208	18 55,114

Am 13. September unterblieb der Austausch von Signalen mit Rücksicht auf die ungünstige Witterung, welche die Zeitbestimmungen in Wien vereitelte. Die nun folgenden Tabellen geben eine Zusammenstellung der einzelnen Tagesresultate. Die Gewichte der Zeitbestimmungen wurden hiebei wieder nach der Formel $\frac{p\,z}{0{,}3\,z + 0{,}7\,p}$ berechnet, in welcher z die Anzahl der an der treffenden Station beobachteten Zeit-, p aber jene der Pol-Sterne bedeutet. Das Gewicht des Tagesresultates ergab sich dann aus $\frac{B\,S}{B + S}$, bezw. $\frac{B\,W}{B + W}$, wobei B, S und W die Gewichte der an den einzelnen Stationen erhaltenen Zeitbestimmungen bedeuten.

Zusammenstellung der erhaltenen Längendifferenzen Bogenhausen-Strassburg.

Beobachter	Datum 1875	Längen-Differenz		Gewichte der Zeitbestimmung an beiden Stationen		Stromzeit	Gewicht des Tages-Resultates	Abweichung vom Gesammt-Resultate
		m	s	B	S	s		s
Orff (B) - Schur (S)	21. Aug.	15	21,349	8,2	9,2	0,016	4,3	+ 0,025
	23. „	„	21,344	12,2	9,8	0,0155	5,4	+ 0,030
	25. „	„	21,382	9,7	10,1	0,0085	4,9	− 0,008
	26. „	„	21,355	12,6	10,0	0,020	5,6	+ 0,019
	27. „	„	21,429	12,2	12,0	0,014	6,0	− 0,055
Orff (B) - v. Steeb (S)	12. Sept.	15	21,298	13,9	10,2	0,001	5,9	+ 0,046
	15. „	„	21,297	12,2	12,8	0,0195	6,2	+ 0,047
	16. „	„	21,373	12,1	12,5	0,026	6,1	− 0,029
	17. „	„	21,366	12,2	12,8	0,019	6,2	− 0,022
	18. „	„	21,382	14,4	12,5	0,002	6,7	− 0,038

Die mit Rücksicht auf die Gewichte genommenen Mittelwerthe ergeben nun für die Längendifferenz Bogenhausen-Strassburg:

1. Periode (21. mit 27. August), Beobachter Orff-Schur (5 Abende):
   $15^m\ 21{,}^s374$; m. F. $\pm$ 0,*016; Stromzeit: 0,*0148; m. F. $\pm$ 0,*002.
2. Periode (12. mit 18. September), Beobachter Orff-v. Steeb (5 Abende):
   $15^m\ 21{,}^s344$; m. F. $\pm$ 0,*019; Stromzeit: 0,*0135; m. F. $\pm$ 0,*005.

Zusammenstellung der erhaltenen Längendifferenzen Wien-Bogenhausen.

Beobachter	Datum 1875	Längen-Differenz m	s	Gewichte der Zeitbestimmung an beiden Stationen W	B	Stromzeit s	Gewicht des Tages-Resultates	Abweichung vom Gesammt-Resultate s
v. Steeb (W)-Orff (B)	21. Aug.	18	55,225	10,9	8,2	0,005	4,7	— 0,044
	23. „	„	55,074	11,9	12,2	0,018	6,0	+ 0,107
	24. „	„	55,180	15,5	12,0	0,017	6,8	+ 0,001
	25. „	„	55,2215	14,9	9,7	0,023	5,9	— 0,040
	26. „	„	55,224	12,6	12,6	0,030	6,3	— 0,043
	27. „	„	55,1715	12,3	12,2	0,014	6,1	+ 0,009
Schur (W) - Orff (B)	12. Sept.	18	55,095	10,0	13,9	0,019	5,8	+ 0,061
	14. „	„	55,1565	7,7	11,6	0,020	4,6	0,000
	15. „	„	55,180	12,4	12,2	0,027	6,1	— 0,024
	16. „	„	55,202	9,8	12,1	0,019	5,4	— 0,046
	17. „	„	55,178	9,8	12,2	0,036	5,4	— 0,022
	18. „	„	55,126	10,0	14,4	0,019	5,9	+ 0,030

Es ergibt sich also für die Längendifferenz Wien-Bogenhausen:

1. Periode (21. mit 27. August), Beobachter v. Steeb-Orff (6 Abende):
   $18^m\ 55{,}^s181$; m. F. $\pm$ 0,*024; Stromzeit: 0,*018; m. F. + 0,*003.
2. Periode (12. mit 18. September), Beobachter Schur-Orff (6 Abende):
   $18^m\ 55{,}^s156$; m. F. $\pm$ 0,*016; Stromzeit: 0,*023; m. F. $\pm$ 0,*003.

Ermittelung der Personalgleichungen.

Zur vollständigen Bestimmung der Längendifferenzen ist nun noch die Kenntniss der Personaldifferenzen Orff-Schur = s und Orff-Steeb = S nothwendig. Die für diesen Zweck gewöhnlich angewendete Methode besteht bekanntlich darin, dass die beiden zu vergleichenden Beobachter eine grössere Anzahl von Sternpassagen in den beiden Lagen (Ocular West und Ocular Ost) des Instrumentes derartig beobachten, dass der eine die Durchgänge eines Sternes an den Fäden der ersten Hälfte des Fadennetzes, der andere Beobachter dagegen die Durchgänge desselben Sternes an der zweiten Hälfte des Fadensystems beobachtet, wobei sich dann die Ordnung der Beobachter bei dem nächsten Sterne

umkehrt, damit etwaige Ungenauigkeiten in den in Rechnung tretenden Fadendistanzen aus dem Endresultate der Vergleichung verschwinden. — Nachdem nun kaum für zwei Beobachter die sogenannte natürliche Sehweite genau gleich sein dürfte, so ergibt sich beim Wechsel der Beobachter die Nothwendigkeit, dass der nachfolgende Beobachter das Ocular in die seinem Auge entsprechende Stellung zu bringen hat, ehe er die ihn treffenden Fadenantritte chronographisch markirt; da für diese Manipulation jedoch nur sehr wenig Zeit gegeben ist, so besteht immer die Möglichkeit, dass die Neueinstellung des Oculars übereilt und desshalb nicht ganz richtig ausgeführt werde. Eine unrichtige Ocularstellung hat aber erfahrungsgemäss eine abnorme Auffassung der Fadenantritte zur Folge und alterirt in solcher Weise den aus der treffenden Beobachtung hervorgehenden Werth der Personalgleichung. Die Möglichkeit des Auftretens derartiger Fehler und wohl auch der Wunsch, auch ein Mal ein anderes, von dem eben erwähnten Einwurfe freies Verfahren zur Anwendung zu bringen, veranlasste Herrn Professor Winnecke für den vorliegenden Fall die Durchführung einer ursprünglich von Schumacher herrührenden Methode in Vorschlag zu bringen. Nimmt man an, es sei an einem und demselben Abende ein Stern a von Orff und ein in Rectascension nur wenig verschiedener Stern b von ganz gleicher Declination von Schur vollständig d. h. an sämmtlichen 15 Fäden des Fadensystems beobachtet worden; die Differenz der Durchgangszeiten $t_b - t_a$ wird dann unter Berücksichtigung des Uhrganges gleich der Rectascensionsdifferenz weniger der Personalgleichung sein und man hat: $t_b - t_a = (\alpha_b - \alpha_a) - s$. Werden nun am folgenden Abende dieselben Sterne wieder beobachtet, jedoch dieses Mal Stern a von Schur und Stern b von Orff, so hat man: $t_b' - t_a' = (\alpha_b' - \alpha_a') + s$, es ergibt sich hieraus $2\,s = (t_b' - t_a') - (t_b - t_a) - [(\alpha_b' - \alpha_a') - (\alpha_b - \alpha_a)]$ und man hat aus der Combination dieser vier Sterndurchgänge eine Bestimmung der Personalgleichung erlangt. Die Ausdehnung dieses Verfahrens auf eine angemessene, den vorerwähnten Bedingungen entsprechende Anzahl von Sternpaaren führt zu einer Bestimmung der Personaldifferenz, welche, — von den Instrumentfehlern ganz unbeeinflusst, — blos von den beobachteten Differenzen der Sterndurchgänge und der genäherten Kenntniss des Uhrganges abhängt. Die zur Einstellung des Oculars den Beobachtern zur Verfügung stehende Zeit ist durch die entsprechenden Rectascensionsunterschiede der beiden Sterne jedes Paares reichlich gegeben und Uebereilungen, sowie deren nachtheilige Folgen erscheinen ausgeschlossen. — Bei der praktischen Ausführung dieser Methode wird es nicht möglich sein eine genügende Anzahl in kurzen Zeitintervallen aufeinander folgender Sterne von paarweise ganz gleicher Declination auszuwählen; man wird sich vielmehr genöthigt sehen, Sterne von Declinationsdifferenzen bis zu 10^0 zu einem Paare zusammenzustellen und die Instrument-Correctionen für jeden einzelnen Durchgang in Rechnung zu ziehen. Es wird indessen stets möglich sein, die Instrumentalfehler durch Beobachtung eines Polsterns und einiger gut bestimmten Zeitsterne so genau zu ermitteln, dass die Differenz der corrigirten Durchgangszeiten der Sterne eines Paares von der Unsicherheit der Instrument-Correctionen so gut wie gar nicht afficirt wird, wonach dann auch die Personaldifferenz von den Instrument-Correctionen unabhängig gefunden wird. — Der obige Ausdruck von 2 s zeigt, dass auch die Fehler, welche den aus den Catalogen entnommenen mittleren Positionen der Sterne anhaften, aus den für die Personalgleichung erhaltenen Resultaten hinwegfallen; die in α_a, α_a', α_b und α_b' auftretenden Reductionen auf den scheinbaren Ort, werden bei Sternen, deren Positionen nur um etliche Grade verschieden sind, meistens, — d. h. wenn die Beobachtungsabende nicht durch Zeitintervalle von mehreren Tagen von einander getrennt sind, vernachlässigt werden können. In den vorliegenden Beobachtungsreihen wurden diese Reductionen jedoch für jeden einzelnen Stern in Rechnung gezogen. Die nachfolgende Zusammenstellung enthält sämmtliche nach Herrn Professor Winnecke's Vorschlag

ausgeführten Beobachtungen zur Ermittelung der Personalgleichungen der betheiligten drei Beobachter und dürften die nachstehenden erläuternden Bemerkungen zum Verständniss dieser Tabelle zu berücksichtigen sein. — Die zweite Rubrik dieser Zusammenstellung enthält zunächst den stündlichen Gang der Registriruhr Berthoud, so wie sich derselbe aus den Vergleichungen mit der Hauptuhr Mahler, deren Gang aus den täglichen Beobachtungen am Meridiankreis abgeleitet wurde, ergibt; da bei Ableitung der Personalgleichungen immer nur solche Durchgänge unter sich verglichen werden, welche unmittelbar nach einander beobachtet wurden, so können kleine Unsicherheiten über den Uhrgang keinen merkbaren Einfluss auf die Resultate erlangen. Es folgt dann die Collimation, gefolgert aus dem in beiden Lagen des Instrumentes beobachteten Durchgange des Polsternes K minor des Oppolzer'schen Gradmessungs-Catalogs, sowie die aus den Beobachtungs-Abenden der eigentlichen Längenbestimmung entnommene, durchschnittliche stündliche Aenderung dieses Elementes; hieran reiht sich weiter das für die Dauer eines Abendes als constant betrachtete Azimuth und endlich der aus den unmittelbaren Ablesungen der Axen-Libelle sich ergebende Werth der Neigung der Axe. In der dritten Columne findet sich die Bezeichnung des beobachteten Sternes nach den Nummern des British Association-Catalogue's. Auf Grundlage dieses Catalogs wurden auch die in der mit α überschriebenen Rubrik vorgetragenen scheinbaren Geraden Aufsteigungen berechnet; nur die mit (†) bezeichneten Sterne wurden dem Oppolzer'schen Gradmessungs-Catalog, die mit (††) markirten dem Cordoba-Catalog des Herrn Professors Gould entnommen, während für die mit (†††) bezeichneten Sterne das Mittel der Angaben des Greenwich Nine-Years- und des Greenwich Ten-Years-Catalogue zur Berechnung des Werthes von α benützt wurde. Zur Ermittelung des Azimuths wurden nur diese mit Kreuzchen bezeichneten, neueren und genaueren Catalogen entnommenen Sterne beigezogen, von welchen am 3., 7., 8. und 9. September je vier in Lage „West" und vier in Lage „Ost" beobachtet wurden. Für den 6. September wurde sowohl die Collimation als auch das Azimuth interpolirt, während am 10. September zur Erfüllung des aufgestellten Beobachtungsprogrammes nur noch einige Zeitsterne in Lage „Ost" zu beobachten waren. In der Rubrik „Beobachter" bezieht sich der Buchstabe A auf den Beobachter von Steeb, B auf den Beobachter Prof. Schur, C aber auf den Beobachter Orff. Die Uhrgänge sind an jedem Abende auf die Epoche $20^h\ 34^m$ bezogen. Die zur Ermittelung der Collimation und des Azimuths verwendeten Beobachtungen des Polsternes K minor sind die folgenden:

Datum 1875	Instrument-lage	Zahl der beob. Faden-antritte	Auf den Mittelfaden reducirter Durchgang			Instrument-lage	Zahl der beob. Faden-antritte	Auf den Mittelfaden reducirter Durchgang			Federparall-axe (—)	Neigung	Rectascension		
			h	m	s			h	m	s	s	s	h	m	s
3. Septbr.	W	5	20	34	09,04	O	4	20	34	18,51	0,16	— 0,064	20	34	40,34
7. „	W	4			10,28	O	4			19,95	0,15	— 0,046			39,99
8. „	W	4			11,89	O	2			20,35	0,14	— 0,037			39,89
9. „	W	4			11,11	O	4			19,05	0,18	— 0,018			39,78
10. „	W	5			11,62	O	5			20,43	0,16	— 0,060			39,66

Zusammenstellung der zur Ermittelung der Personalgleichungen beobachteten Stern-Durchgänge.

Datum 1875 — Uhr-Gang und Instr.-Correction:

September 3.

Stündlicher Gang der Registriruhr (Berthoud): $-0,^{s}3500$

Collimation für $20^{h}\,34,^{m}2$: $c = +0,^{s}8375$ stündl. Aenderung $+0,^{s}0325$ Azimuth $a = -0,^{s}314$ (constant)

Neigung der Axe: von $17,^{h}8-18,^{h}6$: $i = -0,^{s}062$; von $18,^{h}6-20,^{h}0$: $i = -0,^{s}046$; von $20,^{h}0-20,^{h}2$: $i = -0,^{s}049$; von $20,^{h}2-21,^{h}7$: $i = -0,^{s}064$; von $21,^{h}7-22,^{h}3$: $i = -0,^{s}094$; von $22,^{h}3-23,^{h}4$: $i = -0,^{s}107$

Stern B. A. C. Nr.	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Beobachter	Federparallaxe (−)	Uhr-Gang	Neigung und Biegung	Collimation	Azimuth-Corr.	Summe der Correctionen	Corrigirter Durchgang	α	Uhr-Corr.
				s		s	s	s	s	s	s	s	s	s
6049	W	17	45	42,69	B	0,18	+0,98	−0,09	+0,76	−0,27	+1,20	43,89	69,18	+25,29
6078†	„	17	51	44,37	A	„	+0,95	−0,09	+0,76	−0,27	+1,17	45,54	71,21	+25,67
6210	„	18	12	32,75	B	„	+0,82	−0,08	+0,79	−0,29	+1,06	33,81	59,74	+25,93
6247	„	18	17	30,35	A	„	+0,79	−0,07	+0,81	−0,31	+1,04	31,39	57,21	+25,82
6279	„	18	21	40,25	A	„	+0,77	−0,08	+0,79	−0,29	+1,01	41,26	67,07	+25,81
6324	„	18	27	41,41	B	„	+0,74	−0,09	+0,78	−0,27	+0,98	42,39	68,16	+25,77
6361†	„	18	35	01,77	B	„	+0,70	−0,09	+0,78	−0,27	+0,94	02,71	28,50	+25,79
6388	„	18	40	08,36	A	„	+0,67	−0,10	+0,78	−0,25	+0,92	09,28	35,14	+25,86
6420	„	18	44	24,19	C	„	+0,64	−0,11	+0,78	−0,25	+0,88	25,07	51,11	+26,04
6461	„	18	49	52,59	B	„	+0,61	−0,06	+0,84	−0,31	+0,90	53,49	79,13	+25,64
6492	„	18	54	36,33	B	„	+0,58	−0,10	+0,79	−0,25	+0,84	37,17	63,18	+26,01
6526	„	18	59	13,12	C	„	+0,56	−0,10	+0,79	−0,25	+0,82	13,94	39,69	+25,75
6564	„	19	05	30,10	C	0,16	+0,52	−0,10	+0,80	−0,26	+0,80	30,90	56,82	+25,92
6584	„	19	09	55,65	B	„	+0,50	−0,07	+0,84	−0,31	+0,80	56,45	82,45	+26,00
6620	„	19	14	09,75	B	„	+0,47	−0,07	+0,84	−0,30	+0,78	10,53	36,27	+25,74
6679	„	19	23	43,80	C	„	+0,41	−0,11	+0,80	−0,24	+0,70	44,50	70,47	+25,97
6713	„	19	29	46,24	B	„	+0,38	−0,09	+0,81	−0,26	+0,68	46,92	72,89	+25,97
6742	„	19	34	58,69	C	„	+0,35	−0,07	+0,84	−0,30	+0,66	59,35	85,21	+25,86
6760	„	19	38	40,80	A	„	+0,33	−0,06	+0,86	−0,31	+0,66	41,46	67,69	+26,23
6803	„	19	44	32,78	A	„	+0,29	−0,07	+0,86	−0,31	+0,61	33,39	59,39	+26,00
6832	„	19	48	53,69	C	„	+0,27	−0,05	+0,92	−0,34	+0,64	54,33	80,03	+25,70
6871	„	19	54	35,24	C	„	+0,23	−0,08	+0,84	−0,29	+0,54	35,78	61,49	+25,71
6894	„	19	58	05,89	A	„	+0,21	−0,08	+0,84	−0,28	+0,53	06,42	32,38	+25,96
6938	„	20	05	04,63	A	„	+0,17	−0,08	+0,84	−0,28	+0,49	05,12	30,85	+25,73
6974†	„	20	10	43,86	C	„	+0,14	−0,08	+0,85	−0,28	+0,47	44,33	70,31	+25,98
6991	„	20	13	20,62	C	„	+0,12	−0,08	+0,85	−0,28	+0,45	21,07	47,04	+25,97
7031†	„	20	19	46,74	A	„	+0,08	−0,08	+0,88	−0,30	+0,42	47,16	73,27	+26,11
7177††	O	20	38	20,25	A	„	−0,03	+0,02	−0,93	−0,33	−1,43	18,82	45,14	+26,32
7227	„	20	43	60,58	B	„	−0,06	+0,01	−0,95	−0,34	−1,50	59,08	85,23	+26,15
7261	„	20	49	47,25	B	„	−0,09	+0,03	−0,86	−0,27	−1,35	45,90	71,84	+25,94
7335††	„	21	01	02,83	A	„	−0,16	+0,02	−0,92	−0,32	−1,54	01,29	27,45	+26,16
7357	„	21	05	31,68	B	„	−0,18	+0,01	−0,97	−0,35	−1,65	30,03	55,90	+25,87
7407	„	21	14	55,98	A	„	−0,24	+0,02	−0,90	−0,30	−1,58	54,40	80,66	+26,26
7445††	„	21	19	10,63	A	„	−0,26	+0,02	−0,93	−0,32	−1,65	08,98	35,25	+26,27
7479	„	21	24	60,31	B	„	−0,30	+0,02	−0,96	−0,33	−1,73	58,58	84,73	+26,15
7506†	„	21	29	43,93	C	„	−0,32	+0,02	−0,92	−0,31	−1,69	42,24	68,37	+26,13
7518	O	21	35	19,75	B	0,16	−0,36	+0,02	−0,93	−0,31	−1,74	18,01	43,95	+25,94
7577	„	21	39	27,17	B	„	−0,38	+0,03	−0,89	−0,28	−1,68	25,49	51,78	+26,29
7675	„	21	57	09,39	B	„	−0,48	+0,01	−1,00	−0,34	−1,97	07,42	33,765	+26,34
7722	„	22	03	35,53	B	„	−0,52	+0,01	−0,91	−0,28	−1,86	33,67	59,95	+26,28
7771	„	22	09	45,62	C	„	−0,56	+0,01	−0,91	−0,28	−1,90	43,72	69,65	+25,93
7790	„	22	14	22,21	C	„	−0,59	+0,01	−0,96	−0,32	−2,02	20,19	46,48	+26,29
7817	„	22	18	55,52	B	„	−0,61	+0,01	−0,98	−0,33	−2,07	53,45	79,32	+25,87
7864	„	22	27	30,90	C	„	−0,66	0,00	−0,96	−0,32	−2,10	28,80	54,49	+25,69
7898	„	22	33	24,13	A	„	−0,70	0,00	−1,02	−0,34	−2,22	21,91	48,22	+26,31
8047	„	22	59	37,73	A	„	−0,85	0,00	−1,01	−0,33	−2,35	35,38	61,41	+26,03
8116	„	23	12	07,24	C	„	−0,92	0,00	−0,94	−0,27	−2,29	04,95	30,81	+25,86
8141	„	23	16	04,21	C	„	−0,95	0,00	−0,99	−0,31	−2,41	01,80	28,06	+26,26
8194	„	23	24	48,60	A	„	−0,99	0,00	−1,00	−0,32	−2,47	46,13	72,46	+26,33

Datum 1875	Uhr-Gang und Instr.-Correction	Stern A.B.C. Nr.	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Beobachter	Federparallaxe (—)	Uhr-Gang	Neigung und Biegung	Collimation	Azimuth-Corr.	Summe der Correctionen	Corrigirter Durchgang	α	Uhr-Corr.
								s	s	s	s	s	s	s	s	s
September 6.	Stündl. Gang von B = — 0,^{s}355 c = + 0,^{s}849; stündl. Aenderung + 0,^{s}0325 Azimuth a = — 0,^{s}331 (constant) Neigung für 17^h 40^m —18^h 40^m i = — 0,^{s}079 Neigung für 21^h 25^m—21^h 40^m i = — 0,^{s}110	6049	W	17	45	44,29	A	0,16	+1,00	−0,10	+0,77	−0,29	+1,22	45,51	69,13	+23,62
		6078	„	17	51	46,06	B	„	+0,96	−0,11	+0,77	−0,28	+1,18	47,24	71,17	+23,93
		6210	„	18	12	34,62	A	„	+0,84	−0,09	+0,76	−0,31	+1,04	35,66	59,615	+23,96
		6247	„	18	17	32,17	B	„	+0,81	−0,08	+0,83	−0,33	+1,07	33,24	57,16	+23,92
		6324	„	18	27	43,22	A	„	+0,75	−0,10	+0,80	−0,29	+1,00	44,22	68,11	+23,89
		6361	„	18	35	03,53	A	„	+0,70	−0,11	+0,79	−0,28	+0,94	04,47	28,46	+23,99
		7506	O	21	29	45,62	B	„	−0,33	0,00	−0,93	−0,33	−1,75	43,87	68,37	+24,50
		7543	„	21	35	21,38	C	„	−0,36	0,00	−0,94	−0,32	−1,78	19,60	43,95	+24,35
		7577	„	21	39	28,90	C	„	−0,40	0,00	−0,91	−0,29	−1,76	27,14	51,77	+24,63
September 7.	Stündl. Gang der Registriruhr B: von 18,^{h}42—20,^{h}27: — 0,^{s}265; von 20,^{h}27—22,^{h}42: — 0,^{s}372; von 22,^{h}42—23,^{h}50: — 0,^{s}444 Collimation für 20^{h}34,^{m}2: c = + 0,^{s}853; stündl. Aenderung: + 0,^{s}0325. — Azimuth a = — 0,^{s}337; Neigung für 17^{h}50^m—18^{h}50^m: i = — 0,^{s}065; von 18^{h}50^m—19^{h}34^m: i = — 0,^{s}035; von 19^{h}34^m—20^{h}40^m: i = — 0,^{s}046; von 20^{h}40^m—22^{h}15^m: i = — 0,^{s}081 von 22^{h}15^m—23^{h}15^m: i = — 0,^{s}110.	6210	W	18	12	34,66	A	0,15	+0,66	−0,08	+0,81	−0,31	+0,93	35,59	59,68	+24,09
		6247	„	18	17	32,19	B	„	+0,64	−0,07	+0,83	−0,33	+0,92	33,11	57,14	+24,03
		6279	„	18	21	42,10	B	„	+0,62	−0,09	+0,81	−0,31	+0,88	42,98	67,01	+24,03
		6324	„	18	27	43,34	A	„	+0,59	−0,09	+0,80	−0,29	+0,86	44,20	68,10	+23,90
		6361†	„	18	35	03,56	A	„	+0,56	−0,10	+0,80	−0,29	+0,82	04,38	28,45	+24,07
		6388	„	18	40	10,30	B	„	+0,54	−0,11	+0,79	−0,27	+0,80	11,10	35,08	+23,98
		6420	„	18	44	26,09	B	„	+0,52	−0,11	+0,79	−0,26	+0,79	26,88	51,05	+24,17
		6461	„	18	49	54,59	C	„	+0,49	−0,07	+0,85	−0,34	+0,78	55,37	79,07	+23,70
		6492	„	18	54	38,35	C	„	+0,47	−0,09	+0,80	−0,27	+0,76	39,11	63,13	+24,02
		6526††	„	18	59	14,77	B	„	+0,45	−0,09	+0,80	−0,27	+0,74	15,51	39,63	+24,12
		6564	„	19	05	31,91	B	„	+0,43	−0,09	+0,81	−0,28	+0,72	32,63	56,76	+24,13
		6584	„	19	09	57,71	C	„	+0,40	−0,06	+0,85	−0,33	+0,71	58,42	82,39	+23,97
		6620	„	19	14	11,79	C	„	+0,38	−0,06	+0,85	−0,33	+0,69	12,48	36,22	+23,74
		6679	„	19	23	45,61	B	„	+0,34	−0,09	+0,82	−0,26	+0,66	46,27	70,42	+24,15
		6713	„	19	29	48,34	C	„	+0,32	−0,09	+0,83	−0,28	+0,63	48,97	72,84	+23,87
		6742	„	19	35	00,55	A	„	+0,29	−0,07	+0,86	−0,32	+0,61	01,16	25,16	+24,00
		6760	„	19	38	42,83	C	„	+0,28	−0,06	+0,88	−0,33	+0,62	43,45	67,64	+24,19
		6803	„	19	44	34,82	C	„	+0,25	−0,07	+0,88	−0,33	+0,58	35,40	59,34	+23,94
		6832	„	19	48	55,40	A	„	+0,23	−0,05	+0,93	−0,37	+0,59	55,99	79,99	+24,00
		6871	„	19	54	37,00	A	„	+0,21	−0,08	+0,86	−0,31	+0,53	37,53	61,45	+23,92
		6894	„	19	58	07,91	C	„	+0,19	−0,08	+0,86	−0,30	+0,52	08,43	32,34	+23,91
		6938	„	20	05	06,64	C	„	+0,16	−0,08	+0,86	−0,30	+0,49	07,13	30,81	+23,68
		6974†	„	20	10	45,80	A	„	+0,14	−0,08	+0,86	−0,30	+0,47	46,27	70,28	+24,01
		6991	„	20	13	22,45	A	„	+0,13	−0,08	+0,86	−0,30	+0,46	22,91	47,00	+24,09
		7031†	„	20	19	48,88	C	„	+0,09	−0,07	+0,89	−0,33	+0,43	49,31	73,25	+23,94
		7177††	O	20	38	22,28	A	„	−0,03	+0,01	−0,95	−0,36	−1,48	20,80	15,11	+24,31
		7227	„	20	44	02,35	B	„	−0,06	+0,01	−0,97	−0,37	−1,54	00,81	25,20	+24,39
		7261	„	20	49	48,98	B	„	−0,10	+0,02	−0,88	−0,29	−1,40	47,58	71,81	+24,23
		7309	„	20	56	08,15	A	„	−0,14	+0,02	−0,87	−0,28	−1,42	06,73	31,34	+24,61
		7335	„	21	01	04,58	A	„	−0,17	+0,01	−0,93	−0,34	−1,58	03,00	27,42	+24,42
		7357	„	21	05	33,58	B	„	−0,19	+0,01	−0,98	−0,37	−1,68	31,90	55,88	+23,98
		7407	„	21	14	57,77	A	„	−0,25	+0,02	−0,92	−0,32	−1,62	56,15	80,64	+24,49
		7445††	„	21	19	12,77	A	„	−0,28	+0,01	−0,95	−0,35	−1,72	11,05	35,24	+24,19
		7479	„	21	25	02,20	B	„	−0,32	+0,01	−0,97	−0,36	−1,79	00,41	24,72	+24,31
		7506†	„	21	29	45,84	B	„	−0,35	+0,01	−0,94	−0,33	−1,76	44,08	68,37	+24,29
		7543	„	21	35	21,64	C	„	−0,38	+0,01	−0,94	−0,33	−1,79	19,85	43,95	+24,10
		7577	„	21	39	29,27	C	„	−0,41	+0,02	−0,91	−0,30	−1,75	27,52	51,77	+24,25

Datum 1875	Uhr-Gang und Instr.-Correction	Stern B. A. C. Nr.	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Beobachter	Federparallaxe (—)	Uhr-Gang	Neigung und Biegung	Collimation	Azimuth-Corr.	Summe der Correctionen	Corrigirter Durchgang	α	Uhr-Corr.
								s	s	s	s	s	s	s	s	s
		7675	O	21	57	11,50	C	0,15	−0,51	+0,01	−1,01	−0,37	−2,03	09,47	33,77	+24,30
		7722	„	22	03	37,56	C	„	−0,55	+0,02	−0,92	−0,30	−1,90	35,66	59,96	+24,30
		7771	„	22	09	47,54	B	„	−0,59	+0,02	−0,93	−0,30	−1,95	45,59	69,66	+24.07
		7790	„	22	14	24,06	B	„	−0,62	+0,01	−0,98	−0,34	−2,08	21,98	46,49	+24,51
		7817	„	22	18	57,40	C	„	−0,65	0,00	−1,00	−0.35	−2,15	55,25	79,33	+24,08
		7864	„	22	27	32,67	A	„	−0,71	0,00	−0,98	−0,34	−2,18	30,49	54,50	+24,01
		7898	„	22	33	26,16	C	„	−0,75	0,00	−1,04	−0,37	−2,31	23,85	48,24	+24,39
		7970†	„	22	45	46,62	A	„	−0,84	0,00	−0,93	−0,28	−2,05	44,57	68,91	+24,34
		8047	„	22	59	39,63	C	„	−0,94	0,00	−1,02	−0,35	−2,46	37,17	61,44	+24,27
		8116	„	23	12	08,87	A	„	−1,03	0,00	−0,95	−0,29	−2,42	06,45	30,85	+24,40
		8144	„	23	16	05,87	A	„	−1,07	0,00	−1,00	−0,34	−2,56	03,31	28,10	+24,79
		8194	„	23	24	50,62	C	„	−1,13	0,00	−1,02	−0,34	−2,64	47,98	72,50	+24,52
September 8.	Stündl. Gang der Registriruhr B.: von 18,h37—20,h90: — 0,s257; von 20,h90—23,h37: — 0,s328; Collimation für 20h34,m3 c = + 0,s758, stündl. Aenderung: + 0,s0325; Azimuth a = — 0,s413 (constant) Neigung: von 18h 10m—18h 48m: i = — 0,s055; von 18h 48m—19h 50m: i = — 0,s048; von 19h 50m—20h 34m: i = — 0,s039; für 20h 34m: i = — 0,s037; von 20h 34m—22h 40m: i = — 0,s064; von 22h 40m—23h 28m: i = — 0,s097; von 23h 28m—24h 08m: i = — 0,s092.	6223	W	18	13	40,60	B	0,14	+0,60	−0,17	+0,75	−0,18	+0,86	41,46	64,10	+22,64
		6251	„	18	18	00,87	A	„	+0,58	−0,16	+0,74	−0,20	+0,82	01.69	24,05	+22,36
		6300	„	18	24	03,39	A	„	+0,56	−0,17	+0,75	−0,19	+0,81	04,20	26,99	+22,79
		6341	„	18	29	56,79	B	„	+0,53	−0,17	+0,75	−0,19	+0,78	57,57	80,31	+22,74
		6387	„	18	39	55,71	B	„	+0,49	−0,16	+0,74	−0,20	+0,73	56,44	79,17	+22,73
		6438	„	18	46	34,85	A	„	+0,46	−0,16	+0,75	−0,20	+0,71	35.56	58,28	+22,72
		6497	„	18	54	56,50	B	„	+0,42	−0,18	+0,83	−0,14	+0,79	57,29	79,74	+22,45
		6572	„	19	07	03,97	C	„	+0,37	−0,11	+0,71	−0,30	+0,53	04,50	27,15	+22,65
		6637	„	19	17	22,60	B	„	+0,33	−0,17	+0,80	−0,17	+0,65	23,25	46,03	+22,78
		6674	„	19	23	09,27	B	„	+0,30	−0,16	+0,79	−0,18	+0,61	09,88	32,54	+22.66
		6709	„	19	28	44.69	C	„	+0,28	−0,15	+0,76	−0,21	+0,54	45,23	67,84	+22.61
		6739†††	„	19	34	09,79	C	„	+0,26	−0,15	+0,76	−0,22	+0,51	10,30	33,06	+22,76
		6758	„	19	38	10,24	B	„	+0,24	−0,17	+0,81	−0,18	+0,56	10,80	33,39	+22,59
		6783	„	19	41	28,18	C	„	+0,23	−0,15	+0,77	−0,22	+0,49	28,67	51,48	+22,81
		6810	„	19	45	20,44	A	„	+0,21	−0,16	+0,79	−0,19	+0,51	20,95	43,57	+22.62
		6839†††	„	19	49	59,92	A	„	+0,19	−0,15	+0,76	−0,23	+0,43	60,35	83,09	+22,74
		6883	„	19	56	22,61	C	„	+0,16	−0,16	+0,81	−0,18	+0,49	23,10	45,50	+22,40
		6912	„	20	01	10,49	C	„	+0,14	−0,15	+0,81	−0,19	+0,47	10,96	33,58	+22,62
		6940	„	20	04	59,79	A	„	+0,13	−0,16	+0,83	−0,17	+0,49	60,28	82,91	+22,63
		6957	„	20	08	45,71	A	„	+0,11	−0,17	+0,85	−0,16	+0,49	46,20	68,94	+22,74
		7013	„	20	16	20,37	C	„	+0,08	−0,16	+0,82	−0,18	+0,42	20,79	43,53	+22,74
		7094†††	„	20	27	41,92	A	„	+0,03	−0,13	+0,77	−0,25	+0,28	42,20	65,03	+22,83
		7164	O	20	35	39,75	A	„	−0,01	+0,06	−0,89	−0,14	−1,12	38.63	61,67	+23,04
		7194	„	20	40	11,14	B	„	−0,03	+0,06	−0,88	−0,15	−1,14	10,00	32,89	+22,89
		7258	„	20	49	22,84	B	„	−0,06	+0,04	−0,79	−0,24	−1,19	21,65	44,46	+22,81
		7302	„	20	55	44,17	A	„	−0,09	+0,04	−0.77	−0,28	−1,24	42,93	65,74	+22,81
		7350†	„	21	03	57,11	A	„	−0,14	+0,04	−0,78	−0,26	−1,28	55,83	78,68	+22,85
		7372	„	21	08	05,07	B	„	−0,16	+0,04	−0,79	−0,26	−1,31	04,76	26,46	+22,70
		7398	„	21	12	11,68	B	„	−0,18	+0,07	−1,00	−0,09	−1,34	10,34	33,00	+22,66
		7462	„	21	21	56,83	A	„	−0,24	+0,06	−0,98	−0,10	−1,40	55,43	78,33	+22,90
		7474	„	21	23	58,48	A	„	−0,25	+0,05	−0,85	−0,19	−1,38	57,10	80,00	+22,90
		7520	„	21	31	35.97	B	„	−0,29	+0,05	−0,83	−0,21	−1,42	31,55	57,29	+22,74
		7567†††	„	21	38	17,09	B	„	−0,33	+0,05	−0,83	−0,23	−1,48	15.61	38,42	+22,81
		7606†††	„	21	43	53,50	C	„	−0,36	+0,05	−0,83	−0,23	−1,51	51,99	74,73	+22,74
		7627	„	21	47	04,14	C	„	−0,37	+0,05	−0,88	−0,18	−1,52	02.62	25,37	+22,75
		7693	„	21	59	36.57	B	„	−0,44	+0,06	−0,91	−0,16	−1,59	34,98	57,65	+22,67
		7731	„	22	04	07,83	B	„	−0,47	+0,06	−0,96	−0,13	−1,64	06,19	28,96	+22,77

Datum 1875	Uhr-Gang und Instr.-Correction	Stern B. A. C. Nr.	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Beobachter	Federparallaxe (−)	Uhr-Gang	Neigung und Biegung	Collimation	Azimuth-Corr.	Summe der Correctionen	Corrigirter Durchgang	α	Uhr-Corr.
								s	s	s	s	s	s	s	s	s
		7753	O	22	06	57,82	C	0,14	−0,48	+0,06	−0,98	−0,12	−1,66	56,16	79,15	+22,99
		7788	„	22	13	52,47	C	„	−0,52	+0,04	−0,82	−0,28	−1,72	50,75	73,36	+22,61
		7827	„	22	21	13,87	B	„	−0,56	+0,04	−0,82	−0,29	−1,77	12,10	35,08	+22,98
		7856	„	22	26	15,02	B	„	−0,59	+0,05	−0,87	−0,21	−1,76	13,26	35,78	+22,52
		7893	„	22	32	31,74	C	„	−0,62	+0,05	−0,87	−0,21	−1,79	29,95	52,84	+22,89
		7945	„	22	40	12,57	A	„	−0,67	+0,02	−0,90	−0,19	−1,88	10,69	33,56	+22,87
		7958	„	22	43	40,35	C	„	−0,69	+0,02	−0,91	−0,19	−1,91	38,44	60,93	+22,49
		7975†††	„	22	46	35,38	C	„	−0,70	+0,02	−0,87	−0,23	−1,92	33,46	56,16	+22,70
		7997	„	22	50	61,65	A	„	−0,72	+0,02	−0,89	−0,21	−1,94	59,71	22,18	+22,47
		8052	„	23	00	43,61	A	„	−0,78	+0,02	−0,92	−0,18	−2,00	41,61	64,62	+23,01
		8079	„	23	05	27,53	C	„	−0,80	+0,02	−0,94	−0,17	−2,03	25,50	48,56	+23,06
		8097	„	23	09	22,32	C	„	−0,83	+0,02	−0,95	−0,16	−2,06	20,26	43,05	+22,79
		8131	„	23	14	09,31	A	„	−0,85	+0,02	−0,92	−0,19	−2,08	07,23	30,09	+22,86
		8160	„	23	18	50,74	A	„	−0,88	+0,02	−0,92	−0,19	−2,11	48,63	71,20	+22,57
		8203	„	23	26	55,02	C	„	−0,92	+0,02	−0,92	−0,20	−2,16	52,86	75,68	+22,82
		8248†††	W	23	36	04,20	B	„	−0,97	−0,18	+0,89	−0,23	−0,63	03,57	26,24	+22,67
		8296	„	23	45	43,67	A	„	−1,02	−0,20	+0,92	−0,20	−0,64	43,03	65,93	+22,90
		8324	„	23	51	04,38	A	„	−1,05	−0,21	+0,95	−0,18	−0,63	03,75	26,70	+22,95
		32	„	0	07	49,22	B	„	−1,14	−0,19	+0,93	−0,21	−0,75	48,47	70,99	+22,52
September 9.	Stündl. Gang der Registriruhr B.: von 18h35m—21h16m: — 0,s256; von 21h16m—0h13m: — 0,s261; Collimation für 20h34,m2: c = + 0,s718; stündl. Aenderung: + 0,s0325; Azimuth a = — 0,s462 (constant) Neigung: von 18h 10m — 19h 42m: i = — 0,s045; von 19h 42m—20h 34m: i = — 0,s037; für 20h 34m: i = — 0,s018; von 20h 34m—21h 33m: i = — 0,s055; von 21h 33m—23h 37m: i = — 0,s098; von 23h 37m — 0h 10m: i = — 0,s076.	6223	W	18	13	39,92	A	0,18	+0,60	−0,16	+0,71	−0,20	+0,77	40,69	64,08	+23,39
		6251	„	18	18	00,31	B	„	+0,58	−0,15	+0,69	−0,22	+0,72	01,03	24,03	+23,00
		6300	„	18	24	02,72	B	„	+0,56	−0,16	+0,71	−0,21	+0,71	03,43	26,96	+23,53
		6341	„	18	29	56,30	A	„	+0,53	−0,16	+0,71	−0,21	+0,69	56,99	80,28	+23,29
		6387	„	18	39	55,12	A	„	+0,49	−0,15	+0,70	−0,23	+0,63	55,75	79,15	+23,40
		6438	„	18	46	34,30	B	„	+0,46	−0,15	+0,71	−0,22	+0,62	34,92	58,27	+23,35
		6497	„	18	54	55,87	C	„	+0,42	−0,18	+0,78	−0,15	+0,69	56,56	79,71	+23,15
		6572	„	19	07	03,37	B	„	+0,37	−0,11	+0,67	−0,33	+0,42	03,79	27,13	+23,34
		6637	„	19	17	22,08	C	„	+0,33	−0,17	+0,75	−0,19	+0,54	22,62	46,01	+23,39
		6674	„	19	23	08,72	C	„	+0,30	−0,16	+0,74	−0,20	+0,50	09,22	32,53	+23,31
		6709	„	19	28	44,12	B	„	+0,28	−0,15	+0,72	−0,23	+0,44	44,56	67,82	+23,26
		6739†††	„	19	34	09,28	B	„	+0,26	−0,15	+0,72	−0,25	+0,40	09,68	33,04	+23,36
		6758	„	19	38	09,61	C	„	+0,24	−0,17	+0,76	−0,20	+0,45	10,06	33,37	+23,31
		6783	„	19	41	27,46	A	„	+0,22	−0,15	+0,72	−0,24	+0,37	27,83	51,46	+23,63
		6810	„	19	45	19,98	C	„	+0,21	−0,15	+0,75	−0,22	+0,41	20,39	43,55	+23,16
		6839†††	„	19	49	59,42	C	„	+0,19	−0,14	+0,72	−0,25	+0,34	59,76	83,08	+23,32
		6883	„	19	56	21,95	A	„	+0,16	−0,15	+0,77	−0,20	+0,40	22,35	45,48	+23,13
		6912	„	20	01	09,89	A	„	+0,14	−0,15	+0,76	−0,21	+0,36	10,25	33,57	+23,32
		6940	„	20	04	59,22	C	„	+0,13	−0,16	+0,79	−0,19	+0,39	59,61	82,89	+23,28
		6957	„	20	08	45,19	C	„	+0,11	−0,16	+0,80	−0,18	+0,39	45,58	68,92	+23,34
		7013	„	20	16	19,80	A	„	+0,08	−0,15	+0,78	−0,21	+0,32	20,12	43,51	+23,39
		7094†††	„	20	27	41,46	C	„	+0,03	−0,13	+0,73	−0,27	+0,18	41,64	65,02	+23,38
		7164	O	20	35	39,36	B	„	−0,01	+0,07	−0,85	−0,15	−1,12	38,24	61,66	+23,42
		7194	„	20	40	10,28	A	„	−0,03	+0,07	−0,84	−0,16	−1,14	09,14	32,88	+23,74
		7258	„	20	49	22,14	A	„	−0,06	+0,05	−0,75	−0,27	−1,21	20,93	44,45	+23,52
		7302	„	20	55	43,58	B	„	−0,09	+0,05	−0,73	−0,31	−1,26	42,32	65,73	+23,41
		7350†	„	21	03	56,43	B	„	−0,13	+0,05	−0,74	−0,29	−1,29	55,14	78,68	+23,54
		7372	„	21	08	04,27	A	„	−0,14	+0,05	−0,75	−0,29	−1,31	02,96	26,45	+23,49
		7398	„	21	12	10,87	A	„	−0,15	+0,08	−0,95	−0,09	−1,29	09,58	32,98	+23,40
		7462	„	21	21	56,18	B	„	−0,20	+0,07	−0,93	−0,12	−1,36	54,82	78,32	+23,50
		7474	„	21	23	57,79	B	„	−0,21	+0,06	−0,81	−0,21	−1,35	56,44	79,99	+23,55

Datum 1875	Uhr-Gang und Instr.-Correction	Stern A.B.C. Nr.	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Beobachter	Federparallaxe (−)	Uhr-Gang	Neigung und Biegung	Collimation	Azimuth-Corr.	Summe der Correctionen	Corrigirter Durchgang	α	Uhr-Corr.
								s	s	s	s	s	s	s	s	s
		7520	O	21	31	35,14	A	0,18	−0,25	+0,06	−0,79	−0,24	−1,40	33,74	57,28	+23,54
		7567†††	„	21	38	16,44	C	„	−0,28	+0,02	−0,79	−0,25	−1,48	14,96	38,41	+23,45
		7606†††	„	21	43	52,75	B	„	−0,30	+0,02	−0,79	−0,25	−1,50	51,25	74,73	+23,48
		7627	„	21	47	03,29	B	„	−0,31	+0,02	−0,84	−0,20	−1,51	01,78	25,38	+23,60
		7693	„	21	59	35,88	C	„	−0,37	+0,02	−0,87	−0,18	−1,58	34,30	57,64	+23,34
		7731	„	22	04	07,21	C	„	−0,39	+0,02	−0,91	−0,15	−1,61	05,60	28,96	+23,36
		7753	„	22	06	57,09	B	„	−0,40	+0,02	−0,93	−0,14	−1,63	55,46	79,15	+23,69
		7788	„	22	13	51,44	B	„	−0,43	+0,01	−0,78	−0,32	−1,70	49,74	73,36	+23,62
		7827	„	22	21	13,23	C	„	−0,46	+0,01	−0,78	−0,32	−1,73	11,50	35,08	+23,58
		7856	„	22	26	14,32	C	„	−0,48	+0,02	−0,83	−0,23	−1,70	12,62	35,78	+23,16
		7893	„	22	32	30,95	B	„	−0,51	+0,02	−0,83	−0,24	−1,74	29,21	52,84	+23,63
		7945	„	22	40	12,01	C	„	−0,54	+0,02	−0,85	−0,21	−1,76	10,25	33,56	+23,31
		7958	„	22	43	39,52	A	„	−0,56	+0,02	−0,86	−0,21	−1,79	37,73	60,93	+23,20
		7975†††	„	22	46	34,43	A	„	−0,57	+0,02	−0,82	−0,25	−1,80	32,63	56,17	+23,54
		7997	„	22	50	60,90	C	„	−0,59	+0,02	−0,84	−0,23	−1,82	59,08	22,18	+23,10
		8052	„	23	00	42,95	C	„	−0,63	+0,02	−0,88	−0,20	−1,87	41,08	64,62	+23,54
		8079	„	23	05	26,60	A	„	−0,65	+0,02	−0,89	−0,19	−1,89	24,71	48,56	+23,85
		8097	„	23	09	21,44	A	„	−0,67	+0,02	−0,90	−0,18	−1,91	19,53	43,05	+23,52
		8131	„	23	14	08,63	C	„	−0,69	+0,02	−0,88	−0,21	−1,94	06,69	30,09	+23,40
		8160	„	23	18	50,05	C	„	−0,71	+0,02	−0,87	−0,21	−1,95	48,10	71,21	+23,11
		8203	„	23	26	54,08	A	„	−0,75	+0,02	−0,87	−0,22	−2,00	52,08	75,68	+23,60
		8248†††	W	23	36	03,33	A	„	−0,79	−0,17	+0,85	−0,26	−0,55	02,78	26,25	+23,47
		8296	„	23	45	42,98	B	„	−0,83	−0,18	+0,88	−0,23	−0,54	42,44	65,94	+23,50
		8324	„	23	51	03,79	B	„	−0,85	−0,19	+0,91	−0,20	−0,51	03,28	26,71	+23,43
		32	„	0	07	48,38	A	„	−0,93	−0,18	+0,89	−0,23	−0,63	47,75	71,00	+23,25
September 10.	Stündl. Gang von B: = −0,ˢ263; Collimation für 20h34m3: +0,ˢ786; stündl. Aenderung: +0,ˢ0325; Azimuth a = −0,ˢ462; Neigung von 20h34m—21h30m: i = −0,ˢ060	7177††	O	20	38	23,93	B	0,16	−0,02	+0,02	−0,88	−0,49	−1,53	22,40	45,07	+22,67
		7227††	„	20	44	04,09	A	„	−0,04	+0,02	−0,89	−0,50	−1,57	02.52	25,17	+22,65
		7261	„	20	49	50,74	A	„	−0,07	+0,03	−0,81	−0,40	−1,41	49,33	71,78	+22,45
		7309	„	20	57	09,97	B	„	−0,10	+0,03	−0,80	−0,38	−1,41	08,56	31,31	+22,75
		7335††	„	21	01	06,46	B	„	−0,12	+0,02	−0,86	−0,47	−1,59	04,87	27,40	+22,53
		7357	„	21	05	35,28	A	„	−0,14	+0,01	−0,91	−0,51	−1,71	33,57	55,85	+22,28
		7407	„	21	14	59,61	B	„	−0,18	+0,02	−0,85	−0,44	−1,61	58,00	80,62	+22,62
		7445††	„	21	19	14,38	B	„	−0,20	+0,02	−0,88	−0,47	−1,69	12,69	35,22	+22,53
		7479	„	21	25	03,83	A	„	−0,22	+0,02	−0,90	−0,49	−1,75	02,08	24,70	+22,62

Als ein sehr hinderlicher Uebelstand stellt sich bei der Durchführung der von Prof. Winnecke vorgeschlagenen Methode der verzögernde Einfluss der Witterung auf die zur strengen Erledigung des Beobachtungsprogrammes nothwendige Zeit dar. Während nach dem fast allgemein gebräuchlichen Verfahren der Beobachtung eines und desselben Sterndurchgangs durch zwei Beobachter jeder beliebige den Meridian passirende Stern verwendet werden kann, um einen Beitrag zur Bestimmung der Personalgleichung zu erhalten, so dass es selbst bei theilweise und vorübergehend bedecktem Himmel möglich ist,

stimmfähige Beobachtungen zu erlangen, werden hier nur diejenigen Sternpaare verwendet werden können, welche an zwei Abenden vollständig beobachtet worden sind; bei nicht ganz günstiger Witterung wird sich also der Abschluss der Beobachtungen zur Bestimmung der Personalgleichung ziemlich in die Länge ziehen. Auch bei den vorliegenden Operationen machte sich der ungünstige Einfluss der Witterung sehr geltend; nachdem die Beobachtungen zur Bestimmung der Personaldifferenz schon am 3. September begonnen hatten, konnte das festgesetzte Programm erst am 10. zu Ende geführt werden, nachdem inzwischen am 7. September eine ununterbrochene Reihe sehr schöner Herbsttage eingetreten war, welche den Abschluss der gesammten Längenbestimmungs-Operation in aussergewöhnlicher Weise begünstigte.

Ist nun u_1 die von dem Beobachter B aus einem bestimmten Sterndurchgange erhaltene Uhr-Correction, welche um $+ x$ grösser resultiren würde, wenn C den treffenden Stern beobachtet hätte, ferner u_2 die von dem Beobachter A aus dem zweiten Sterne des treffenden Paares gefolgerte Uhr-Correction und $+ y$ die entsprechende Reduction auf die Auffassungsweise von C, während diese Uhr-Correctionen am zweiten Abende, an welchem umgekehrt der erste Stern des Paares von A, der zweite aber von B beobachtet wurde, bezw. mit u_1' und u_2' bezeichnet werden, so hat man für dieses Paar die nachstehenden Fehlergleichungen

$$u_1 + x + \Delta\alpha_1 - u_0 = v_1 \quad \text{und} \quad u'_1 + y + \Delta\alpha_1 - u'_0 = v'_1$$
$$u_2 + y + \Delta\alpha_2 - u_0 = v_2 \qquad\quad u'_2 + x + \Delta\alpha_2 - u'_0 = v'_2$$

In diesen Gleichungen bedeuten $\Delta\alpha_1$ und $\Delta\alpha_2$ die den Catalogpositionen beider Sterne zukommenden Verbesserungen, u_0 und u_0' dagegen die aus dem treffenden Paare gefolgerten verbesserten Uhr-Correctionen für den ersten bezw. zweiten Abend; mit Rücksicht auf die Unsicherheit des Uhrganges sind diese letzteren Correctionen ebenfalls als von einem Paare zu einem anderen veränderlich zu betrachten. u_0, u_0', $\Delta\alpha_1$ und $\Delta\alpha_2$ können zwar aus den vorliegenden Beobachtungen nicht bestimmt werden, man erhält aber aus der Elimination dieser Grössen für x und y die Bedingungsgleichung:

$$(u_1 - u_2) - (u_1' - u_2') + 2\,(x - y) = v_1 - v_2 - v_1' + v_2' = {}_1V_2$$

Andere Sternpaare liefern ebenfalls solche Bedingungsgleichungen von derselben Form:

$$(u_m - u_{m+1}) - (u'_m - u'_{m+1}) + 2\,(x - y) = v_m - v_{m+1} - v'_m + v'_{m+1} = {}_mV_{m+1}$$

Die Bedingung $\Sigma\,(vv)$ = Minimum hat aber mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Summen der doppelten Produkte verschiedener Fehler v sich auf ø reduciren, die Bedingung $\Sigma\,({}_mV^2_{m+1})$ zur Folge und man erhält zur Ermittelung von x und y Normalgleichungen von der Form $\Sigma\,(u_m - u_{m+1}) - \Sigma\,(u'_m - u'_{m+1}) + 2\,\Sigma\,(x - y) =$ ø.

Aus diesen Gleichungen liesse sich nur $(x - y)$, nicht aber x und y getrennt bestimmen; es treten aber noch die beiden Gleichungsgruppen von der Form

$$(u_\lambda - u_{\lambda+1}) - (u'_\lambda - u'_{\lambda+1}) + 2\,x = {}_\lambda V_{\lambda+1} \quad \text{und}$$
$$(u_\mu - u_{\mu+1}) - (u'_\mu - u'_{\mu+1}) + 2\,y = {}_\mu V_{\mu+1}$$

hinzu, welche aus den gemeinsamen Beobachtungen von B und C, sowie von A und C hervorgehen; in diesen tritt entweder nur x oder nur y auf und es ergeben sich schliesslich Normalgleichungen von der Form

$$L\,x + M\,y = P$$
$$M\,x + N\,y = Q$$

aus welchen x und y berechnet wurden.

Zur bessern Uebersicht und erleichterten Controlle sind in nachstehender Tabelle die Beiträge zur Herstellung der schliesslichen Normalgleichungen, nach Sternpaaren und einzelnen Abenden geordnet, zusammengestellt. Für jene Sternpaare, welche an drei verschiedenen Abenden beobachtet wurden, ist das arithmetische Mittel der unter übereinstimmenden Verhältnissen ausgeführten Beobachtungen in Rechnung gestellt worden.

Bezeichnung des Sternpaares	Datum 1875 September	Beitrag zur Normal-Gleichung ± um ∓ um+1	Datum 1875 September	Beitrag zur Normal-Gleichung ± um' ∓ um'+1
Südliche Sterne. Ocular West.				
6049 und 6078	3.	x—y—0,^{s}38	6.	y—x—0,31
6210 „ 6247	3.	x—y+0,11	6.	y—x+0,04
			7.	y—x+0,06
6279 „ 6324	3.	x—y—0,04	7.	y—x—0,13
6361 „ 6388	3.	x—y—0,07	7.	y—x+0,09
6420 „ 6461	3.	x —0,40	7.	—x—0,47
6492 „ 6526	3.	x +0,26	7.	—x—0,10
6564 „ 6584	3.	x +0,08	7.	—x—0,16
6620 „ 6679	3.	x —0,23	7.	—x—0,41
6679 „ 6713	3.	x +0,00	7.	—x—0,28
6742 „ 6760	3.	y+0,37	7.	—y+0,19
6803 „ 6832	3.	y+0,30	7.	—y—0,06
6871 „ 6894	3.	y+0,25	7.	—y—0,01
6938 „ 6974	3.	y—0,25	7.	—y—0,33
6991 „ 7031	3.	y+0,14	7.	—y—0,15
Nördliche Sterne. Ocular West.				
6223 und 6251	8.	x—y+0,28	9.	y—x+0,39
6300 „ 6341	8.	x—y—0,05	9.	y—x—0,24
6387 „ 6438	8.	x—y+0,01	9.	y—x+0,05
6497 „ 6572	8.	x —0,20	9.	—x—0,19
6572 „ 6637	8.	x +0,13	9.	—x+0,05
6674 „ 6709	8.	x +0,05	9.	—x+0,05
6739 „ 6758	8.	x —0,17	9.	—x—0,05
6783 „ 6810	8.	y—0,19	9.	—y—0,47
6839 „ 6883	8.	y+0,34	9.	—y+0,19
6912 „ 6940	8.	y+0,01	9.	—y—0,04
6957 „ 7013	8.	y+0,00	9.	—y—0,05
7013 „ 7094	8.	y+0,09	9.	—y—0,01
8248 „ 8296	8.	x—y—0,23	9.	y—x—0,03
8324 „ 8332	8.	x—y—0,43	9.	y—x—0,18

Bezeichnung des Sternpaares	Datum 1875 September	Beitrag zur Normal-Gleichung ± um ∓ um+1	Datum 1875 September	Beitrag zur Normal-Gleichung ± um ∓ um+1
Südliche Sterne. Ocular Ost.				
7177 und 7227	3.	x—y—0,17	10.	y—x—0,02
	7.	x—y+0,08		
7261 „ 7309	7.	x—y—0,38	10.	y—x—0,30
7261 „ 7335	3.	x—y—0,22	10.	y—x—0,08
	7.	x—y—0,19		
7357 „ 7407	3.	x—y—0,39	10.	y—x—0,34
	7.	x—y—0,51		
7445 „ 7479	3.	x—y—0,12	10.	y—x+0,09
	7.	x—y+0,12		
7506 „ 7543	3.	x —0,19	6.	—x—0,15
			7.	—x—0,19
7506 „ 7577	3.	x +0,16	6.	—x+0,13
			7.	—x—0,04
7675 „ 7771	3.	x +0,41	7.	—x+0,23
7722 „ 7771	3.	x +0,35	7.	—x+0,23
7790 „ 7817	3.	x —0,42	7.	—x—0,43
7864 „ 7898	3.	y+0,62	7.	—y+0,38
8047 „ 8116	3.	y+0,17	7.	—y—0,13
8144 „ 8194	3.	y+0,07	7.	—y—0,27
Nördliche Sterne. Ocular Ost.				
7164 und 7194	8.	x—y—0,15	9.	y—x+0,32
7258 „ 7302	8.	x—y+0,00	9.	y—x+0,11
7350 „ 7372	8.	x—y—0,15	9.	y—x—0,05
7398 „ 7462	8.	x—y—0,24	9.	y—x—0,10
7474 „ 7520	8.	x—y—0,16	9.	y—x—0,01
7567 „ 7606	8.	x +0,07	9.	—x—0,03
7627 „ 7693	8.	x —0,08	9.	—x—0,26
7731 „ 7753	8.	x —0,22	9.	—x—0,33
7788 „ 7827	8.	x +0,37	9.	—x—0,04
7856 „ 7893	8.	x —0,37	9.	—x—0,47
7945 „ 7958	8.	y+0,38	9.	—y+0,11
7975 „ 7997	8.	y—0,23	9.	—y—0,44
8052 „ 8079	8.	y—0,05	9.	—y—0,31
8097 „ 8131	8.	y+0,07	9.	—y—0,12
8160 „ 8203	8.	y—0,25	9.	—y—0,49

Auf dem oben angedeuteten Wege ergeben sich nun die nachfolgenden Werthe für x und y d. h. für die Correctionen, welche an den von den Beobachtern B (Schur) und A (von Steeb) ermittelten Uhrständen anzubringen sind, um dieselben auf die Auffassungsweise des Beobachters C (Orff) zu reduciren:

Südliche Sterne (65° durchschnittliche Zenithdistanz)
Ocular West $x = -0{,}^{s}111;\ y = -0{,}^{s}119$
Ocular Ost $x = -0{,}^{s}058;\ y = -0{,}^{s}118.$
Nördliche Sterne (25° durchschnittliche Zenithdistanz)
Ocular West $x = -0{,}^{s}005;\ y = -0{,}^{s}054$
Ocular Ost $x = -0{,}^{s}067;\ y = -0{,}^{s}140.$

Die mittleren Fehler dieser Bestimmungen ergeben sich als nahe gleich und kann hiefür der Werth $\pm 0{,}^{s}02$ angenommen werden. Die Personalgleichungen erscheinen also sowohl mit der Instrumentlage als mit der Zenithdistanz veränderlich, — eine Wahrnehmung, welche vielfach auch von andern Beobachtern gemacht wurde. —

Nachdem am 4. September der theilweise bedeckte Himmel es nicht gestattete, die Beobachtungen nach dem von Professor Winnecke vorgeschlagenen Programme durchzuführen, so wurden die an diesem Abende sich bietenden Wolkenlücken benützt, um auch noch die allgemein gebräuchliche Methode der Beobachtung des Durchganges jedes einzelnen Sternes durch zwei Beobachter zur Anwendung zu bringen, welche Beobachtungen dann in den ersten Abendstunden des 10. September zum Abschlusse gelangten. Die hiebei erhaltenen Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. —

Zusammenstellung der Ergebnisse der Bestimmung der Personalgleichungen aus der Beobachtung eines und desselben Sterndurchgangs durch zwei Beobachter.

Datum 1875	Lage: Ocular Ost					Datum 1875	Lage: Ocular West				
	Stern (B. A. C.)	Beobachter	Personalgleichung	Mittel	Δ		Stern	Beobachter	Personalgleichung	Mittel	Δ
			s	s	s				s	s	s
September 4.	6653	C—B	+ 0,17	+ 0,132	+ 0,04	September 10.	6811	C—B	+ 0,13	+ 0,021	+ 0,11
	6674	„	+ 0,14		+ 0,01		6827	„	— 0,11		— 0,13
	6690	„	+ 0,01		— 0,12		6879	„	+ 0,04		+ 0,02
	6691	„	+ 0,07		— 0,06		6912	„	— 0,12		— 0,14
	6701	„	+ 0,17		+ 0,04		6934	„	+ 0,03		+ 0,01
	6713	„	+ 0,21		+ 0,08		6952	„	— 0,07		— 0,09
	6729	„	+ 0,17		+ 0,04		6973	„	+ 0,36		+ 0,34
	6783	„	+ 0,05		— 0,08		6990	„	— 0,11		— 0,13
	6796	„	+ 0,06		— 0,07		7018	„	+ 0,12		+ 0,10
	6811	„	+ 0,19		+ 0,06		7058	„	— 0,06		— 0,08
	6912	„	+ 0,21		+ 0,08						
September 4.	6934	C—A	+ 0,18	+ 0,170	+ 0,01	September 10.	6564	C—A	— 0,10	— 0,001	— 0,10
	6952	„	+ 0,02		— 0,15		6584	„	— 0,01		— 0,01
	6990	„	+ 0,16		— 0,01		6653	„	+ 0,05		+ 0,05
	7018	„	+ 0,12		— 0,05		6674	„	— 0,10		— 0,10
	7031	„	+ 0,30		+ 0,13		6690	„	+ 0,09		+ 0,09
	7058	„	+ 0,10		— 0,07		6691	„	+ 0,08		+ 0,08
	7080	„	+ 0,23		+ 0,06		6713	„	— 0,02		— 0,02
	7107	„	+ 0,15		— 0,02		6729	„	+ 0,12		+ 0,12
	7121	„	+ 0,18		+ 0,01		6745	„	— 0,02		— 0,02
	7149	„	+ 0,26		+ 0,09		6758	„	— 0,08		— 0,08
							6783	„	— 0,02		— 0,02

Datum 1875	Lage: Ocular Ost					Datum 1875	Lage: Ocular West				
	Stern (B. A. C.)	Beobachter	Personalgleichung	Mittel	Δ		Stern	Beobachter	Personalgleichung	Mittel	Δ
			s	s	s				s	s	s
September 4.	7177	B—A	+ 0,03	+ 0,030	0,00	September 5.	6218	B—A	— 0,03	— 0,017	— 0,01
	7239	„	— 0,04		— 0,07		6235	„	— 0,08		— 0,06
	7249	„	+ 0,11		+ 0,08		6251	„	+ 0,07		+ 0,09
	7275	„	+ 0,01		— 0,02		6355	„	+ 0,04		+ 0,06
	7302	„	+ 0,18		+ 0,15		6394	„	— 0,02		0,00
	7318	„	— 0,02		— 0,05		6453	„	— 0,04		— 0,02
	7335	„	— 0,04		— 0,07		6528	„	+ 0,11		+ 0,13
	7350	„	— 0,03		— 0,06		7445	„	— 0,17		— 0,15
	7368	„	+ 0,11		+ 0,08		7460	„	+ 0,10		+ 0,12
	7380	„	— 0,01		— 0,04		7474	„	— 0,15		— 0,13

In vorstehender Zusammenstellung sind die vorgetragenen Differenzen z. B. B—A in dem Sinne: von B beobachtete Durchgangszeit weniger der von A für denselben Stern erhaltenen Durchgangszeit zu nehmen; es ergeben sich also die folgenden Bedingungsgleichungen:

für Ocular West:

$$x \quad + 0{,}021 = v_1$$
$$y \quad - 0{,}001 = v_2$$
$$x - y + 0{,}017 = v_3$$

Normalgleichungen:

$$2x - y + 0{,}038 = 0.$$
$$-x + 2y - 0{,}018 = 0.$$
$$\left.\begin{array}{l} x = -0{,}^s019 \\ y = -0{,}^s001 \end{array}\right\} \text{m.f.} \pm 0{,}^s031$$

für Ocular Ost:

$$x \quad + 0{,}132 = v'_1$$
$$y \quad + 0{,}170 = v'_2$$
$$x - y - 0{,}030 = v'_3$$

Normalgleichungen:

$$2x - y + 0{,}102 = 0.$$
$$-x + 2y + 0{,}200 = 0.$$
$$\left.\begin{array}{l} x = -0{,}^s134 \\ y = -0{,}^s167 \end{array}\right\} \text{m.f.} + 0{,}^s021$$

Die zum Zwecke der Längenoperation ausgeführten Zeitbestimmungen vertheilen sich gleichmässig auf die beiden Instrumentlagen: Ocular West und Ocular Ost; auch die durchschnittliche Zenithdistanz (circa 40°) der aus dem Oppolzer'schen Cataloge entnommenen Gradmessungs-Sterne stimmt mit jener der bei Ermittelung der Personalgleichung beobachteten Sterne nahe überein; man wird also zur Ableitung des schliesslichen Resultates der Längenbestimmung das allgemeine Mittel der für die Grössen x und y erhaltenen Werthe in Anwendung bringen. Man hat nun bei der von Professor Winnecke vorgeschlagenen Methode (I): für die südlichen Sterne: Mittel beider Instrumentlagen:

$$x = -0{,}^s0845, \; y = -0{,}^s1185$$

für die nördlichen Sterne: Mittel beider Instrumentlagen:

$$x = -0{,}^s0360, \; y = -0{,}^s0970$$

Die Mittelwerthe für beide Gruppen ergeben sich also zu:

$$x = -0{,}^s0603 \text{ und } y = -0{,}^s1078 \quad . \; . \; . \; . \quad \text{(I)}$$

Bei der zweiten, gewöhnlich angewendeten Methode (II) erhält man dagegen im Mittel aus beiden Instrumentlagen:

$$x = -0{,}^s0777 \text{ und } y = -0{,}^s0840 \quad . \; . \; . \; . \quad \text{(II).}$$

Mit Rücksicht auf die mittleren Fehler beider Resultate wird man denselben beziehungsweise die Gewichte 3 und 1 beizumessen haben und erhält dann folgende definitive, zur Reduction der Längendifferenz zu verwendende Werthe:

$$x = -\,0{,}^{s}0647 \quad \text{und} \quad y = -\,0{,}^{s}1018$$

welchen ein mittlerer Fehler von $\pm\,0{,}^{s}013$ zukommen würde.

Die Personalgleichung zwischen den Beobachtern von Steeb (A) und Schur (B) ergibt sich hieraus zu: $B—A = +\,0{,}^{s}037$, welcher Werth in der aus dem Wechsel des Wiener und des Strassburger Beobachters hervorgehenden Personalgleichung $B—A = +\,0{,}^{s}035$ (Siehe „Astronomische Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Büreau ausgeführt unter Leitung des Hofrathes Theodor von Oppolzer" II. Band pag. 147) eine schöne Bestätigung findet.

Bringt man nun diese Personalgleichungen an den oben gefundenen Längendifferenzen an, so ergibt sich der Längenunterschied von Pfeiler zu Pfeiler:

A) Für Wien-Bogenhausen:

I. Periode (21.—27. August)	$18^{m}\,55{,}181 + y$	$= 18^{m}\,55{,}^{s}079$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}027$)
II. Periode (12.—18. Septbr.)	$18^{m}\,55{,}156 + x$	$= 18^{m}\,55{,}^{s}091$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}020$)
	Mittelwerth	$18^{m}\,55{,}^{s}087$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}023$)
Hiezu: Reduction auf den Ostpfeiler in Wien		$+\,0{,}^{s}015$
Reduction auf den trigonometr. Punkt (Centrum d. westl. Thurmes) in Bogenhausen		$+\,0{,}^{s}027$
Wien (Ostpfeiler)-Bogenhausen (trig. Punkt):		$18^{m}\,55{,}^{s}129$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}023$)

Will man diese Längendifferenz auf den Markkegel der neuen Sternwarte in Wien übertragen, so hat man die weitere Reduction von $+\,0{,}^{s}268$, zur Reduction auf das Centrum der grossen Kuppel der Wiener Sternwarte hingegen $+\,0{,}^{s}213$ hinzuzufügen. —

B) Für Bogenhausen-Strassburg:

I. Periode (21.—27. August)	$15^{m}\,21{,}^{s}374 - x$	$= 15^{m}\,21{,}^{s}439$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}020$)
II. Periode (12.—18. Septbr.)	$15^{m}\,21{,}^{s}344 - y$	$= 15^{m}\,21{,}^{s}446$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}023$)
	Mittelwerth	$15^{m}\,21{,}^{s}442$ (m. F. $+\,0{,}^{s}021$
Hiezu: Reduction auf den trigonometr. Punkt (Centrum d. westl. Thurmes) der Sternwarte Bogenhausen		$-\,0{,}^{s}015$
Bogenhausen (trig. Punkt)-Strassburg (Villarceau-scher Pfeiler):		$15^{m}\,21{,}^{s}427$ (m. F. $\pm\,0{,}^{s}021$)

Das in dem vorstehend erwähnten II. Bande der „Astronomischen Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Büreaus" auf pag. 147 für die Längendifferenz Wien-Strassburg gefundene Resultat:

Wien (Ostpfeiler des Gradmessungs-Observatoriums) östlich von Strassburg (Villarceau-scher Pfeiler) $= 34^{m}\,16{,}^{s}542$ soll mit der Summe der oben für Wien-Bogenhausen und Bogenhausen-Strassburg erhaltenen Längendifferenzen übereinstimmen; diese Summe ergibt sich zu $34^{m}\,16{,}^{s}556$, so dass der Schlussfehler $0{,}^{s}014$ beträgt. Vertheilt man denselben unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Längendifferenz Wien-Bogenhausen auf

den Beobachtungen von 12 Abenden, die beiden anderen auf den Beobachtungen von je 10 Abenden beruhen, so ergibt sich endlich:

Wien (Ostpfeiler) östlich von Bogenhausen (trig. Punkt)	**$18^{m}\,55{,}^{s}125$**
Bogenhausen (trig. Punkt) östlich von Strassburg (Villarceau-Pfeiler) .	**$15^{m}\,21{,}^{s}422$**
Strassburg (Villarceau-Pfeiler) westlich von Wien (Ostpfeiler) . . .	**$34^{m}\,16{,}^{s}547$**

Längenbestimmung **Wien-Bogenhausen-Greenwich.**

In Wien und in Greenwich kamen zwei vollkommen gleich gebaute, als identisch zu betrachtende Passageninstrumente von Repsold, ersteres mit Nr. I, letzteres mit Nr. II bezeichnet, zur Anwendung; in Bogenhausen wurde an einem von dem K. K. Oesterreichischen Gradmessungs-Büreau zur Verfügung gestellten Instrumente Troughton und Simms Nr. II beobachtet. Sämmtliche Passageninstrumente besitzen gerade Fernrohre, die Beleuchtung des Gesichtsfeldes wird durch in der Richtung der optischen Axe in das Feld tretendes Licht bewerkstelligt und die Oculare sind rechtwinklig auf der optischen Axe stehende, sogenannte Microscop-Oculare. Die Brennweite des Objektivs beträgt 738^{mm}, dessen Oeffnung 63^{mm}, die Vergrösserung ist eine 80-fache; die beiden Repsold'schen Instrumente, welchen die Zahlen 835^{mm}, 68^{mm} und 80 entsprechen, sind demnach dem Troughton und Simms'schen in optischer Beziehung nur ganz unbedeutend überlegen, so dass der Forderung, auf den Stationen einer und derselben Längenoperation nur constructiv übereinstimmende Instrumente von gleicher optischer Leistungsfähigkeit zu verwenden, in hinreichender Weise genügt wird. Abbildungen der genannten Instrumente finden sich in dem ersten Bande der „Astronomischen Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Büreaus“ auf pag. 10 der Einleitung. Das Fadensystem besteht aus zwei, ungefähr 15 Bogensecunden von einander entfernten Horizontalfäden und aus dreizehn Vertikalfäden, welche in Partieen zu je drei Fäden symmetrisch um den Mittelfaden gruppirt sind. Für Lage W (Beleuchtungslampe auf der Westseite) sind die Fadendistanzen im Aequator die folgenden:

s	s	Mittelfaden s	s	s
I + 31,96	IV + 16,15	VII 0,00	VIII — 7,71	XI — 23,69
II + 28,03	V + 12,30		IX — 11,68	XII — 27,80
III + 24,23	VI + 8,16		X — 15,61	XIII — 31,59

Die zur Nivellirung der Horizontalaxe des Instrumentes dienende Setz-Libelle hat einen Parswerth von $1,''23 = 0,^{s}082$. Eine Reihe von Nivellirungen in entgegengesetzten Lagen der Axe ergab, dass die Correction der an der Libelle abgelesenen Neigung mit Rücksicht auf die Zapfenungleichheit für die Instrumentlage W $- 0,^{p}06 = - 0,^{s}005$, für Lage O dagegen $+ 0,^{p}06 = + 0,^{s}005$ beträgt. Das Instrument ist bezüglich der Bequemlichkeit der Beobachtungen ganz vortrefflich construirt und ermöglicht eine rasche Ausführung aller von dem Beobachter vorzunehmenden Manipulationen; dagegen dürfte das verhältnissmässig geringe Gewicht aller einzelnen Theile die Stabilität der Aufstellung einigermassen beeinträchtigen; die bei derartigen Instrumenten sonst nicht gebräuchliche, halbcylinderförmige Gestalt der Axen-Lager, sowie die Anordnung der Umlegevorrichtung lassen die Befürchtung einer kleinen Veränderlichkeit des Instrumentes in Bezug auf seine azimuthale Lage gewiss nicht ganz unbegründet erscheinen. —

In Bogenhausen war das Instrument Troughton und Simms II auf dem Mittelpfeiler der Sternwarte aufgestellt, befand sich also genau auf demselben Standpunkte wie das

bei meinen übrigen Längenbestimmungen gebrauchte Ertel'sche Passagen-Instrument, 0,ˢ027 östlicher als der trigonometrische Punkt (Axe des westlichen Thürmchens). — In Wien war das Passageninstrument Repsold I auf dem westlichen Pfeiler des Gradmessungs-Observatoriums der Türkenschanze aufgestellt, von welchem aus der Hauptpfeiler des Observatoriums um 0,ˢ015 östlicher liegt. — In Greenwich war für das Instrument Repsold II ein neuer Beobachtungspfeiler errichtet worden, dessen Axe um 0,ˢ199 östlicher als die Axe des Transit-Circle der Sternwarte liegt. —

Die Vertheilung der Beobachter war die folgende:

Station:	Wien-	Bogenhausen-	Greenwich
14. Juli mit 7. August:	Dr. Kühnert;	Oberst Orff;	Oberlieut. Nahlik.
17. August mit 25. September:	Oberlieut. Nahlik;	Oberst Orff;	Dr. Kühnert.

Ueber das Detail der Beobachtungen und über die Ausführung der Rechnungen geben die nachfolgenden Bemerkungen die nöthigen Aufschlüsse. Der Uhrgang wurde dieses Mal in etwas anderer Art in Rechnung gezogen als bei den übrigen Längenbestimmungen; bei diesen wurden die Zeitangaben der Registriruhr Berthoud beibehalten und wurde der veränderliche Gang dieser Uhr aus den vorhandenen mehrfachen chronographischen Vergleichungen mit der Hauptuhr Mahler ermittelt, um dann alle Angaben der ersteren Uhr auf den mittleren Beobachtungsmoment des Abends zu reduciren. Dieses Mal wurden die zahlreichen Vergleichungen beider Uhren dazu verwendet, um jede einzelne Angabe der Registriruhr in eine solche der Hauptuhr zu verwandeln. Die in solcher Weise erhaltenen, correspondirenden Zeiten der Mahler-Uhr wurden dann unter Anwendung des treffenden nächtlichen Ganges dieser Uhr auf den mittleren Beobachtungsmoment des Abendes reducirt. Beide Verfahrungsarten sind nur in formeller Hinsicht verschieden, müssen aber schliesslich zu vollkommen gleichen Resultaten führen. Was die nächtlichen Gänge der Hauptuhr betrifft, so ergab sich aus sehr zahlreichen vom Anfange Juli mit Ende September Abends und am unmittelbar darauf folgenden Morgen am Meridiankreise der Sternwarte ausgeführten Beobachtungen der Hauptsterne des Berliner Jahrbuches mit sehr guter Uebereinstimmung, dass der nächtliche Gang in dieser Periode gegenüber dem aus Beobachtungen mit nahezu 24- oder 48-stündigen Zeitintervalle gefolgerten Gange eine stündliche Voreilung von 0,ˢ0059 aufweist. Unter Berücksichtigung dieser Thatsache ergaben sich nun die in nachstehender Tabelle zusammengestellten nächtlichen stündlichen Gänge der Hauptuhr:

Nächtlicher Gang des Mahler.

Datum 1876	Gang für 1^h
	s
14. Juli	— 0,0151
17. „	— 0,0187
21. „	— 0,0193
22. „	— 0,0171
26. „	— 0,0237
30. „	— 0,0273
31. „	— 0,0306
5. August	— 0,0306
7. „	— 0,0342
17. „	— 0,0448
4. September	— 0,0131
5. „	— 0,0093
11. „	— 0,0195
22. „	— 0,0059
25. „	+ 0,0081

1876 Datum	Mittlerer Beob. Moment h	Mittlerer Beob. Moment m	Zeitangabe von B h	Zeitangabe von B m	Zeitangabe von B s	Zahl der Markirungen	Federparallaxe (—)	Zeitangabe von M m	Zeitangabe von M s	Reduction des B auf M	Relativer Gang des B gegen M für 1m	Reduction des M auf d. mittlere Beob. Zeit
							s			s	s	s
			17	22	59,882	80	0,415	28	00,5	+ 1,588	— 0,00112	+ 0,128
			18	39	29,465	70	0,412	39	30,5	+ 1,447	— 0,00097	+ 0,089
5. Aug.	21	35	20	06	19,580	80	0,394	06	20,5	+ 1,364	— 0,00136	+ 0,045
			21	45	09,666	70	0,395	45	10,5	+ 1,229	— 0,00160	— 0,005
			22	57	59,783	110	0,395	58	00,5	+ 1,112		— 0,042
			17	33	19,300	60	0,387	33	20,5	+ 1,587	— 0,00201	+ 0,119
			18	43	29,475	60	0,419	43	30,5	+ 1,444	— 0,00292	+ 0,078
			20	09	29,759	60	0,455	09	30,5	+ 1,196	— 0,00225	+ 0,029
7. Aug.	21	01	21	13	49,907	50	0,457	13	50,5	+ 1,050	— 0,00397	— 0,007
			21	53	20,071	60	0,466	53	20,5	+ 0,895	— 0,00390	— 0,029
			22	56	00,299	80	0,448	56	00,5	+ 0,649		— 0,065
			17	59	09,184	50	0,295	59	10,5	+ 1,611	— 0,00249	+ 0,162
			19	18	59,382	60	0,294	19	00,5	+ 1,412	— 0,00305	+ 0,108
			20	13	39,547	80	0,291	13	40,5	+ 1,244		+ 0,068
						Der Berthoud-Uhr wurde ein neuer Impuls gegeben!						
			20	28	59,518	60	0,296	29	00,5	+ 1,278	— 0,00257	+ 0,051
17. Aug.	21	38	21	16	19,637	70	0,294	16	20,5	+ 1,157	— 0,00278	+ 0,015
			21	56	29,748	50	0,293	56	30,5	+ 1,045	— 0,00297	— 0,013
			22	33	19,858	40	0,296	33	20,5	+ 0,938	— 0,00327	— 0,041
			22	43	59,891	50	0,293	44	00,5	+ 0,902	— 0,00382	— 0,049
			23	17	59,958	70	0,230	18	00,5	+ 0,772		— 0,078
			18	36	59,713	70	0,240	37	00,5	+ 1,027	— 0,00357	+ 0,055
			19	18	59,884	90	0,261	19	00,5	+ 0,877	— 0,00400	+ 0,046
			19	38	59,968	70	0,265	39	00,5	+ 0,797	— 0,00466	+ 0,041
4. Sept.	22	49	20	25	40,188	80	0,266	25	40,5	+ 0,578		+ 0,031
			21	45		Berthoud-Uhr stehen geblieben; neuer Impuls!						
			21	55	26,441	90	0,270	55	20,5	— 5,671	— 0,00326	+ 0,011
			22	56	46,637	70	0,267	56	40,5	— 5,870		— 0,001
			18	43	20,804	50	0,217	43	20,5	— 0,087	— 0,00292	+ 0,038
			19	48	11,001	70	0,224	48	10,5	— 0,277	— 0,00352	+ 0,028
			20	57	11,238	40	0,218	57	10,5	— 0,520	— 0,00160	+ 0,017
5. Sept.	22	54	21	07	11,260	60	0,224	07	10,5	— 0,536	— 0,00226	+ 0,015
			21	53	01,416	70	0,276	53	00,5	— 0,640	— 0,00362	+ 0,009
			23	17	51,726	80	0,278	17	50,5	— 0,948	— 0,00517	— 0,008
			0	12	01,990	100	0,263	12	00,5	— 1,227	— 0,00342	— 0,012
			0	35	42,050	80	0,241	35	40,5	— 1,309		— 0,015
			19	57	13,462	70	0,300	57	00,5	— 12,662	— 0,00557	+ 0,065
			20	56	53,796	70	0,300	56	40,5	— 12,996	— 0,00660	+ 0,045
			21	42	14,093	70	0,300	42	00,5	— 13,298	— 0,00417	+ 0,031
11. Sept.	23	17	22	59	24,414	70	0,300	59	10,5	— 13,614	— 0,00467	+ 0,005
			23	26	34,540	110	0,300	26	20,5	— 13,740	— 0,00569	— 0,008
			0	11	14,796	70	0,300	11	00,5	— 13,996	— 0,00542	— 0,017
			1	02	55,075	80	0,300	02	40,5	— 14,275		— 0,034

Datum	h	m	p	s	Lage	In Rechnung gezogene Neigung (s)	Polstern (P) oder Zeitstern (Z)
17. Juli	16	26	−1,03	−0,083	O	−0,078	Z
		33	−1,20	−0,096	O	−0,091	Z
		50	−1,48	−0,119	O	−0,114	P
	17	05	−2,08	−0,166	W	−0,171	P
		33	−0,95	−0,076	W	−0,081	Z
		38	−1.13	−0,090	W	−0,095	Z
	18	01	−0,48	−0,038	W	−0,043	P
		24	−0,30	−0,024	O	−0,019	P
		39	−0,60	−0,048	O	−0,043	Z
		43	−0,55	−0,044	O	−0,039	Z
		58	−0,63	−0.051	O	−0,046	P
	19	11	−0,35	−0,028	W	−0,033	P
		28	−0,20	−0,016	W	−0,021	Z
	20	07	+0,45	+0,036	W	+0,031	Z
		27	+0,60	+0,048	W	+0,043	P
		40	+0,63	+0,050	O	+0,055	P
		54	+0,38	+0,030	O	+0,035	Z
		55	−0,03	−0,003	O	+0,002	Z
	21	14	−0,55	−0,044	O	−0,039	P
		16	−0,33	−0,026	W	−0,031	P
		51	+0,50	+0,040	W	+0,035	Z
21. Juli	16	08	+0,43	+0,035	W	+0,030	Z
		26	+0,55	+0,044	W	+0,039	Z
		33	+0,13	+0,011	W	+0,006	Z
		50	+0,53	+0,043	W	+0,038	P
	17	05	+0,13	+0,010	O	+0,015	P
		33	−0,12	−0,010	O	−0,005	Z
		38	−0,10	−0,008	O	−0,003	Z
	18	01	−0,40	−0,032	O	−0,027	P
		24	−0,08	−0,006	W	−0,011	P
		39	+0,30	+0,024	W	+0,019	Z
		43	+0,08	+0,007	W	+0,002	Z
		58	+0,08	+0,007	W	+0,002	P
	19	11	+0,00	+0,000	O	+0,005	P
	20	07	−0,13	−0,011	O	−0,006	Z
		27	−0,60	−0,048	O	−0,043	P
		40	−0,23	−0,018	W	−0,023	P
		54	−0,05	−0,004	W	−0,009	Z
		55	−0,03	−0,002	W	−0,007	Z
	21	16	+0,38	+0,031	W	+0,026	P
		26	+0,30	+0,024	O	+0,029	P
		51	−0,05	−0,004	O	−0,001	Z
		55	−0,10	−0,008	O	−0,003	Z
	22	14	−0,30	−0,024	O	−0,019	Z
22. Juli	16	33	+0,18	+0,014	O	+0,019	Z
		50	−0,35	−0,028	O	−0,023	P
	17	05	−0,30	−0,024	W	−0,029	P
		33	+0,58	+0,048	W	+0,043	Z
		38	+0,50	+0,040	W	+0,035	Z
	18	01	+0,40	+0,032	W	+0,027	P
		24	0,00	0,000	O	+0,005	P

Datum	h	m	p	s	Lage	In Rechnung gezogene Neigung (s)	Polstern (P) oder Zeitstern (Z)
22. Juli	18	39	−0,15	−0,012	O	−0,007	Z
		43	−0,28	−0,023	O	−0,018	Z
		58	−0,52	−0,042	O	−0,037	P
	19	11	−0,23	−0,018	W	−0,023	P
	20	40	+0,55	+0,045	W	+0,040	Z
		54	+0,58	+0,048	W	+0,043	Z
		55	+0,85	+0.068	W	+0,063	Z
	21	06	+1,05	+0,084	W	+0,079	P
		26	+0,75	+0,061	O	+0,066	P
		51	−0,20	−0,016	O	−0,011	Z
		55	−0,38	−0,031	O	−0,026	Z
	22	14	−0,33	−0,027	O	−0,022	Z
26. Juli	16	33	+0,18	+0,015	W	+0,010	Z
		50	+0,58	+0,047	W	+0,042	P
	17	05	+0,43	+0,034	O	+0,039	P
		33	+0,18	+0,014	O	+0,019	Z
		38	+0,03	+0,002	O	+0,007	Z
	18	01	−0,55	−0,044	O	−0,039	P
		24	−0,20	−0,016	W	−0,021	P
		39	+0,45	+0,036	W	+0,031	Z
		43	+0,45	+0,036	W	+0,031	Z
		58	+0,55	+0,041	W	+0,039	P
	19	11	+0,50	+0,040	O	+0,045	P
		28	+0,08	+0,006	O	+0,011	Z
	21	26	+0,63	+0,050	O	+0,055	Z
		51	+0,43	+0,034	O	+0,039	Z
		55	−0,23	−0,019	O	−0,014	Z
	22	14	−0,15	−0,012	O	−0,007	P
		31	−0,25	−0,020	W	−0,025	P
		55	−0,03	−0,002	W	−0,007	Z
30. Juli	16	33	+0,13	+0,011	W	+0,006	Z
		50	+0,20	+0,016	W	+0,011	P
	17	05	−0,18	−0,015	O	−0,010	P
		33	−0,40	−0,032	O	−0,027	Z
		38	−0,53	−0,043	O	−0,038	Z
	18	01	−0,18	−0,095	O	−0,090	P
		24	−0,43	−0,034	W	−0,039	P
		39	−0,45	−0,036	W	−0.041	Z
		43	−0,43	−0,034	W	−0,039	Z
		58	−0,20	−0,016	W	−0,021	P
	19	11	−0,35	−0,028	O	−0,023	P
		28	−1,13	−0,091	O	−0,086	Z
	20	40	−0,53	−0,047	O	−0,042	Z
		54	−1,15	−0,092	O	−0,087	Z
		55	−1,43	−0,115	O	−0,110	Z
	21	16	−1,43	−0,115	O	−0,110	P
		26	−1,45	−0,116	W	−0,121	P
		42	−0,88	−0,070	W	−0,075	Z

Beob. Zeit 1876 Datum	h	m	Beob. Ergebniss p	s	Lage	In Rechnung gezogene Neigung	Polstern (P) oder Zeitstern (Z)
						s	
11. Sept.	20	03	+1,35	+0,108	W	+0,103	Z
		27	+0,80	+0,064	W	+0,059	P
		40	+0,03	+0,002	O	+0,007	P
		54	+0,03	+0,002	O	+0,007	Z
		55	−0,13	−0,011	O	−0,006	Z
	21	14	−0,58	−0,047	O	−0,042	P
		26	+0,45	+0,036	W	+0,031	P
	22	14	+0,83	+0,067	W	+0,062	Z
	23	39	+1,18	+0,095	W	+0,090	Z
	0	10	+1,65	+0,132	W	+0,127	Z
		20	+1,65	+0,132	W	+0 127	Z
		44	+1,48	+0,119	W	+0,114	P
		58	+0,95	+0,076	O	+0,081	P
22. Sept.	19	54	+1,00	+0.080	W	+0,075	Z
	20	14	+0,98	+0,079	W	+0,074	Z
		15	+1,03	+0,083	W	+0,078	Z
		27	+1,15	+0,092	W	+0,087	P
		40	+0,50	+0,040	O	+0,045	P
		54	+0,40	+0,032	O	+0,037	Z
		55	+0,40	+0,032	O	+0,037	Z
	21	14	−0,08	−0,007	O	−0,002	P
22. Sept.	21	26	+0,20	+0,016	W	+0,011	P
	22	00	+0,90	+0,072	W	+0,067	Z
		02	+1,13	+0,091	W	+0,086	Z
		14	+0,83	+0,067	W	+0,062	P
		31	+0,28	+0,022	O	+0,027	P
		55	+0,00	+0,000	O	+0,005	Z
25. Sept.	20	15	+1,68	+0,135	W	+0,130	Z
		27	+1,25	+0,100	W	+0,095	P
		40	+0,68	+0,054	O	+0,059	P
		54	+0,85	+0,068	O	+0,073	Z
		55	+0,85	+0,068	O	+0,073	Z
	21	14	+0,53	+0,042	O	+0,047	P
		26	+0,85	+0,068	W	+0,063	P
		51	+1,40	+0,112	W	+0,107	Z
		55	+1,45	+0,116	W	+0,111	Z
	22	14	+1,00	+0,080	W	+0,075	P
		31	+0,78	+0,062	O	+0,067	P
	23	00	+0,60	+0,048	O	+0,053	Z
		02	+0,28	+0,022	O	+0,027	Z
		15	−0,18	−0,015	O	−0,010	P
		39	+0,75	+0,060	W	+0,055	P

Die nachfolgende Tabelle gibt die aus den einzelnen Polsternbeobachtungen abgeleiteten Werthe der Collimation; hieraus wurde nun nach dem im I. Theile der Längenbestimmungen (pag. 11) angegebenen Verfahren der dem Mittel der zugehörigen Zeiten entsprechende Werth, sowie die stündliche Variation desselben abgeleitet. Wie zu erwarten war, deuten die in Vorzeichen und Zahlenwerth schwankenden Beträge der Variation darauf hin, dass bei dem Instrumente Troughton und Simms II keine systematische Veränderung des Collimationsfehlers existirt. In der That ergibt der mit Rücksicht auf die Gewichte berechnete Mittelwerth der an den einzelnen Abenden erhaltenen Beträge nur eine stündliche Veränderung von — 0,ˢ00086, welcher Werth wesentlich geringer als der demselben anhaftende mittlere Fehler erscheint und desshalb keine reale Bedeutung beanspruchen kann. Bei den nachfolgenden Reductionen wurden also die in der nachstehenden Tabelle vorgetragenen Mittelwerthe für die treffenden Abende als constante Collimation angenommen. —

Collimationsfehler aus den einzelnen Polsternbeobachtungen und Tagesmittel der Collimation.

1876 Datum	Sternzeit h	m	Polstern	c s	Mittel der Zeiten h	m	Zugehörige Collimat. s
14. Juli	18	13	J	− 0,432	19	46	−0,433 (−0,0010)
	21	19	F	−0,435			
17. Juli	16	59	H	−0,350	19	12	−0,404 (−0,0111)
	18	13	J	−0,446			
	19	05	D	− 0,411			
	20	35	K	−0,444			
	21	19	F	− 0,367			
21. Juli	16	59	H	−0,389	19	12	−0,420 (−0,0078)
	18	13	J	− 0,453			
	19	05	D	−0,450			
	20	35	K	−0,420			
	21	19	F	−0,410			

enthält die aus den einzelnen Polsternbeobachtungen in derselben Art wie bei der Längenbestimmung Wien-München-Mailand berechneten Azimuthe; das Mittel der an einem einzelnen Abende erhaltenen Werthe wurde als das dem Mittel der zugehörigen Zeiten entsprechende Azimuth des Abendes angenommen, während die demselben in Klammern beigesetzte Angabe die in analoger Weise wie bei der Collimation berechnete stündliche Variation des Azimuthes angibt.

Unter 15 Beobachtungsabenden haben 13 eine negative und nur 2 Abende eine positive Variation ergeben; mit Rücksicht auf die Zahl der diesen Werthen zu Grunde liegenden Polsternbeobachtungen, welche als Gewicht der zugehörigen Bestimmung angenommen wurde, ergab sich der durchschnittliche Betrag der stündlichen Variation des Azimuths zu — 0,ˢ0246 und dieser Werth wurde bei der Reduction der Beobachtungen benützt, um das einer bestimmten Zeitstern-Beobachtung entsprechende Azimuth aus dem mittleren Azimuthe des treffenden Abendes zu erhalten. —

Azimuthe aus den einzelnen Polsternbeobachtungen und Tagesmittel des Azimuthes.

1876 Datum	Sternzeit h	Sternzeit m	Polstern	a s	Mittel der Zeiten h	Mittel der Zeiten m	Zugehöriges Azimuth s
14. Juli	16	59	H (½)	−0,131			
	18	13	J	+0,104	19	17	+0,064 (+0,0247)
	20	35	K (½)	+0,379			
	21	19	F	−0,034			
17. Juli	16	59	H	−0,296			
	18	13	J	−0,450			
	19	05	D	−0,343	19	12	−0,368 (−0,0183)
	20	35	K	−0,318			
	21	19	F	−0,435			
21. Juli	16	59	H	−0,410			
	18	13	J	−0,423			
	19	05	D	−0,573	19	12	−0,465 (−0,0228)
	20	35	K	−0,388			
	21	19	F	−0,532			
22. Juli	16	59	H	−0,314			
	18	13	J	−0,340	18	54	−0,408 (−0,0310)
	19	05	D	−0,547			
	21	19	F	−0,430			
26. Juli	16	59	H	−0,263			
	18	13	J	−0,427	19	12	−0,383 (−0,0104)
	19	05	D	−0,463			
	22	23	L	−0,381			
30. Juli	16	59	H	−0,187			
	18	13	J	−0,248	18	54	−0,314 (−0,0632)
	19	05	D	−0,371			
	21	19	F	−0,450			
31. Juli	16	59	H	−0,081			
	18	13	J	−0,308	18	42	−0,261 −0,0586)
	19	05	D	−0,386			
	20	35	K	−0,267			
5. Aug.	18	13	J	−0,261			
	19	05	D	−0,511	19	54	−0,430 (−0,0060)
	19	47	E	−0,562			
	22	23'	L	−0,387			
7. Aug.	18	13	J	−0,642			
	19	05	D	−0,615			
	19	47	E	−0,631	20	12	−0,575 (+0,0551)
	21	19	F	−0,538			
	22	23	L	−0,451			
17. Aug.	18	13	J	−0,230			
	19	05	D	−0,496	19	54	−0,477 (−0,0068)
	19	47	E	−0,583			
	22	23	L	−0,600			
4. Sept.	19	05	D	−0,405			
	20	35	K	−0,228	20	18	−0,398 (−0,0571)
	21	19	F	−0,562			
5. Sept.	19	05	D	−0,368			
	20	35	K	−0,170			
	20	36	K_1	−0,117	21	18	−0,302 (−0,0277)
	21	19	F	−0,349			
	22	23	L	−0,392			
	23	28	M	−0,418			
11. Sept.	20	35	K	−0,284			
	20	36	K_1	−0,422	21	48	−0,434 (−0,0118)
	21	19	F	−0,585			
	0	52	A	−0,445			
22. Sept.	20	35	K	−0,344			
	20	36	K_1	−0,435	21	12	−0,488 (−0,0744)
	21	19	F	−0,685			
	22	23	L	−0,467			
25. Sept.	20	35	K	−0,344			
	20	36	K_1	−0,335			
	21	19	F	−0,585	21	42	−0,421 (−0,0163)
	22	23	L	−0,394			
	23	28	M	−0,449			

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
	Polst. F (u. C)	O	21	19	36,61	0,40	+0,40	−0,02	+0,03					19	15,24		
	"	W	"	"	30,64	"	+0,39	−0,02	−0,14								
	d Aquarii	W	21	33	37,64	"	+0,36	−0,02	+0,03	−0,44	+0,01	−0,03	37,15	33	18,69	−18,46	−0,21
	ε Pegasi	W	21	38	27,39	"	+0,35	−0,02	+0,04	−0,45	0,00	"	26,88	38	08,58	−18,30	−0,05
17. Juli. 19^h 50^m	γ Herculis	O	16	16	46,89	0,40	+1,53	+0,07	−0,07	+0,41	−0,15	+0,05	48,38	16	29,63	−18,70	+0,07
	ω Herculis	O	16	20	01,55	"	+1,52	+0,07	−0,07	+0,41	−0,17	"	02,96	19	44,27	−18,69	+0,08
	α Scorpii	O	16	22	08,90	"	+1,52	+0,06	−0,02	+0,43	−0,32	"	10,22	21	51,48	−18,74	+0,03
	ζ Herculis	O	16	36	56,45	"	+1,50	+0,06	−0,11	+0,46	−0,10	"	57,91	36	39,38	−18,53	+0,24
	20 Ophiuchi	O	16	43	18,95	"	+1,49	+0,06	−0,05	+0.40	−0,27	"	20,23	43	01,43	−18,80	−0,03
	49 Herculis	O	16	46	46,39	"	+1,49	+0,06	−0,09	+0,41	−0,18	"	47,73	46	28,90	−18,83	−0,06
	Polst. H (o. C.)	O	16	59	04,58	"	+1,48	+0,05	−0,70					58	49,48		
	"	W	"	"	09,13	"	+1,47	+0,05	−1,05								
	α Herculis	W	17	09	20,92	"	+1,46	+0,05	−0,11	−0,43	−0,18	−0,05	21,26	09	02,43	−18,83	−0,06
	ν Serpentis	W	17	14	12,94	"	+1,46	+0,05	−0,06	−0,42	−0,29	"	13,23	13	54,34	−18,89	−0,12
	w Herculis	W	17	16	22,46	"	+1,45	+0,05	−0,14	−0,50	−0,11	"	22,76	16	03,98	−18,78	−0,01
	α Ophiuchi	W	17	29	32,12	"	+1,43	+0,04	−0,10	−0,42	−0,18	"	32,44	29	13,61	−18,83	−0,06
	μ Herculis	W	17	41	57,65	"	+1,40	+0,04	−0,07	−0,48	−0,13	"	57,96	41	39,17	−18,79	−0,02
	ν Ophiuchi	W	17	52	33,78	0,39	+1,37	+0,04	−0,04	−0,42	−0,28	"	34,01	52	15,25	−18,76	+0,01
	67 Ophiuchi	W	17	54	47,61	"	+1,37	+0,04	−0,05	−0,41	−0,24	"	47,91	54	29,17	−18,74	+0,03
	96 Herculis	W	17	57	26,38	"	+1,36	+0,03	−0,06	−0,45	−0,17	"	26,65	57	07,89	−18,76	+0,01
	Polst. J (o. C)	W	18	12	49,66	"	+1,33	+0,03	−0,57					12	28,80		
	"	O	"	"	35,28	"	+1,31	+0,03	−0,25								
	1 Aquilae	O	18	28	48,65	"	+1,28	+0,03	−0,02	+0,40	−0,29	+0,05	49,71	28	30,82	−18,89	−0,12
	α Lyrae	O	18	33	04,55	"	+1,27	+0,02	−0,04	+0,50	−0,07	"	05,89	32	47,24	−18,65	+0,12
	2 Aquilae	O	18	35	50,12	"	+1,26	+0,02	−0,02	+0,40	−0,30	"	51,14	35	32,38	−18,76	+0,01
	ε Aquilae	O	18	54	20,28	"	+1,21	+0,02	−0,03	+0,41	−0,21	"	21,34	54	02,68	−18,66	+0,11
	Polst. D (u. C)	O	19	05	13,99	"	+1,19	+0,01	+0,24					04	51,11		
	"	W	"	"	07,64	"	+1,18	+0,01	+0,17								
	υ Sagittarii	W	19	14	59,89	"	+1,16	+0,01	−0,01	−0,43	−0,34	−0,05	59,84	14	41,01	−18,88	−0,06
	δ Aquilae	W	19	19	36,63	"	+1,15	+0,01	−0,02	−0,41	−0,26	"	36,66	19	17,93	−18,73	+0,04
	α Vulpeculae	W	19	23	54,35	"	+1,13	+0,01	−0,02	−0,46	−0,16	"	54,41	23	35,59	−18,82	−0,05
	α_2 Capricorni	W	20	11	32,78	0,40	+0,97	−0,01	+0,02	−0,42	−0,35	"	32,54	11	13,86	−18,68	+0,09
	23 Hevelii	W	20	17	24,10	"	+0,95	−0,01	+0,03	−0,41	−0,27	"	23,94	17	05,09	−18,85	−0,08
	π Capricorni	W	20	20	35,94	"	+0,94	−0,01	+0,02	−0,45	−0,38	"	35,61	20	16,90	−18,71	+0,06
	69 Aquilae	W	20	23	32,27	"	+0,93	−0,01	+0,02	−0,41	−0,31	"	32,04	23	13,33	−18,71	+0,06
	Polst. K (o. C)	W	20	34	58,47	"	+0,90	−0,01	+0,24					34	38,51		
	"	O	"	"	52,74	"	+0,89	−0,01	+0,30								
	15 Delphini	O	20	44	04,34	"	+0,86	−0,02	+0,04	+0,40	−0,24	+0,05	05,03	43	46,15	−18,88	−0,11
	μ Aquarii	O	20	46	19,54	"	+0,86	−0,02	+0,03	+0,40	−0,34	"	20,12	46	01,18	−18,94	−0,17
	16 Delphini	O	20	50	04,67	"	+0,85	−0,02	+0,04	+0,40	−0,24	"	05,35	49	46,50	−18,85	−0,08
	Θ Capricorni	O	20	59	20,39	"	+0,81	−0,02	−0,01	+0,41	−0,89	"	20,84	59	01,97	−18,87	−0,10
	γ Equulei	O	21	04	39,84	"	+0,79	−0,02	−0,01	+0,40	−0,26	"	40,39	04	21,62	−18,77	0,00
	α Equulei	O	21	09	58,74	"	+0,77	−0,02	−0,01	+0,40	−0,28	"	59,25	09	40,51	−18,74	+0,03
	Polst. F (u. C)	O	21	19	38,24	"	+0,75	−0,03	+0,18					19	15,14		
	"	W	"	"	33,11	"	+0,73	−0,03	+0,14								
	ε Capricorni	W	21	30	30,96	0,39	+0,71	−0,03	0,00	−0,44	−0,42	−0,05	30,84	30	11,60	−18,74	+0,03
	d Aquarii	W	21	33	37,96	"	+0,69	−0,03	0,00	−0,41	−0,31	"	37,46	33	18,75	−18,71	+0,06
	ε Pegasi	W	21	38	27,86	"	+0,68	−0,03	0,00	−0,42	−0,27	"	27,38	38	08,63	−18,75	+0,02
	16 Pegasi	W	21	47	47,12	"	+0,65	−0,04	0,00	−0,47	−0,19	"	46,63	47	27,93	−18,70	+0,07

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
22. Juli. 20h 14m	ζ Herculis	O	16	36	58,86	0,27	+1,07	+0,06	0,00	+0,55	−0,12	−0,08	60,07	36	39,85	−20,72	+0,08
	20 Ophiuchi	O	16	43	21,27	„	+1,06	+0,06	0,00	+0,49	−0,30	„	22,23	43	01,43	−20,80	0,00
	49 Herculis	O	16	46	48,54	„	+1,05	+0,06	0,00	+0,49	−0,20	„	49,59	46	28,89	−20,70	+0,10
	Polst. H (o. C.)	O	16	59	04,07	„	+1,03	+0,05	−0,14					58	48,79		
	„	W	„	„	11,46	„	+1,03	+0,05	−0,18								
	α Herculis	W	17	09	23,27	„	+1,01	+0,05	+0,01	−0,51	−0,21	+0,08	23,43	09	02,42	−21,01	−0,21
	ν Serpentis	W	17	14	15,19	„	+1,00	+0,05	0,00	−0,51	−0,32	„	15,22	13	54,85	−20,87	−0,07
	w Herculis	W	17	16	24,60	„	+1,00	+0,05	+0,01	−0,60	−0,12	„	24,75	16	03,95	−20,80	0,00
	α Ophiuchi	W	17	29	34,39	0,35	+0,98	+0,05	+0,01	−0,51	−0,22	„	34,43	29	13,61	−20,82	−0,02
	μ Herculis	W	17	41	59,91	0,34	+0,94	+0,05	+0,03	−0,57	−0,15	„	59,95	41	39,16	−20,79	+0,01
	ν Ophiuchi	W	17	52	36,12	0,33	+0,91	+0,04	+0,02	−0,50	−0,33	„	36,01	52	15,27	−20,74	+0,06
	67 Ophiuchi	W	17	54	49,97	„	+0,90	+0,04	+0,02	−0,50	−0,27	„	49,91	54	29,19	−20,72	+0,08
	96 Herculis	W	17	57	28,63	„	+0,89	+0,04	+0,03	−0,53	−0,19	„	28,62	57	07,88	−20,74	+0,06
	Polst. J. (o. C)	W	18	12	52,29	„	+0,86	+0,03	+0,35					12	27,51		
	„	O	„	„	36,15	„	+0,83	+0,03	+0,07								
	1 Aquilae	O	18	28	51,14	„	+0,79	+0,03	0,00	+0,48	−0,33	−0,08	51,70	28	30,66	−20,84	−0,04
	e Serpentis	O	18	31	37,16	„	+0,78	+0,03	0,00	+0,48	−0,30	„	37,74	31	16,89	−20,85	−0,05
	α Lyrae	O	18	33	07,03	„	+0,78	+0,03	0,00	+0,60	−0,09	„	07,94	32	47,24	−20,70	+0,10
	2 Aquilae	O	18	35	52,70	„	+0,77	+0,03	0,00	+0,48	−0,34	„	53,23	35	32,41	−20,82	−0,02
	112 Herculis	O	18	47	21,74	„	+0,74	+0,02	−0,03	+0,51	−0,20	„	22,37	47	01,56	−20,81	−0,01
	Θ_1 Serpentis	O	18	50	26,76	„	+0,73	+0,02	−0,02	+0,48	−0,28	„	27,28	50	06,46	−20,82	−0,02
	Θ_2 Serpentis	O	18	50	28,23	„	+0,73	+0,02	−0,02	+0,48	−0,28	„	28,75	50	07,90	−20,85	−0,05
	ε Aquilae	O	18	54	22,94	„	+0,71	+0,02	−0,02	+0,49	−0,23	„	23,50	54	02,71	−20,79	+0,01
	Polst. D (u. C)	O	19	05	19,42	„	+0,69	+0,02	+0,19					04	51,64		
	„	W	„	„	10,58	„	+0,67	+0,02	+0,12								
	15 Delphini	W	20	44	07,63	0,34	+0,45	−0,01	+0,01	−0,51	−0,27	+0,08	07,07	43	46,24	−20,83	−0,03
	μ Aquarii	W	20	46	22,83	„	+0,44	−0,01	+0,02	−0,50	−0,39	„	22,13	46	01.27	−20,86	−0,06
	16 Delphini	W	20	50	08,02	„	+0,43	−0,01	+0,04	−0,51	−0,28	„	07,43	49	46,59	−20,84	−0,04
	Θ Capricorni	W	20	59	23,65	„	+0,39	−0,01	+0,03	−0,52	−0,44	„	22,84	59	02,08	−20,76	+0,04
	61_1 Cygni	W	21	01	44,58	0,35	+0,38	−0,01	+0,09	−0,64	−0,10	„	44,03	01	23,33	−20,70	+0,10
	61_2 Cygni	W	21	01	46,11	„	+0,38	−0,01	+0,09	−0,64	−0,10	„	45,56	01	24,83	−20,73	+0,07
	γ Equulei	W	21	04	43,13	0,34	+0,37	−0,02	+0,06	−0,50	−0,29	„	42,49	04	21,72	−20,77	+0,03
	α Equulei	W	21	10	02,09	„	+0,35	−0,02	+0,05	−0.50	−0,32	„	01,39	09	40,61	−20,78	+0,02
	Polst. F (u. C)	W	21	19	35,57	„	+0,32	−0,02	−0,36					19	15,16		
	„	O	„	„	41,66	„	+0,30	−0,02	−0,29								
	ε Capricorni	O	21	30	32,67	0,36	+0,26	−0,02	+0,01	+0,51	−0,46	−0,08	32,53	30	11,73	−20,80	0,00
	d Aquarii	O	21	33	39,72	„	+0,25	−0,02	+0,02	+0,48	−0,35	„	39,66	33	18,86	−20,80	0,00
	ε Pegasi	O	21	38	29,72	„	+0,23	−0,02	+0,02	+0,48	−0,30	„	29.69	38	08,75	−20.94	−0,14
	16 Pegasi	O	21	47	48,83	0,37	+0,20	−0,03	+0,03	+0,52	−0,20	„	48,90	47	28,05	−20,85	−0,05
	α Aquarii	O	21	59	49,07	„	+0,15	−0,03	−0,01	+0,48	−0,37	„	48,84	59	27,96	−20,88	−0,08
	Θ Pegasi	O	22	04	20,60	„	+0,14	−0,03	−0,02	+0,48	−0,33	„	20,39	03	59,68	−20,71	+0,09
	41 Aquarii	O	22	07	51,57	„	+0,13	−0,03	−0,01	+0.52	−0,49	„	51,24	07	30,47	−20,77	+0,03
	Θ Aquarii	O	22	10	41,73	„	+0,12	−0,03	−0,01	+0,48	−0,41	„	11,43	10	20,58	−20,85	−0,05

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
30. Juli. $20^h 27^m$	ζ Herculis	W	16	37	05,05	0,41	−0,81	+0,11	+0,01	−0,71	−0,08	+0,14	03,30	36	39,22	−24,08	0,00
	20 Ophiuchi	W	16	43	27,23	„	−0,82	+0,10	0,00	−0,61	−0,22	„	25,41	43	01,35	−24,06	+0,02
	49 Herculis	W	16	46	54,59	„	−0,82	+0,10	+0,01	−0,62	−0,15	„	52,84	46	28,80	−24,04	+0,04
	Polst. H (o. C.)	W	16	59	17,06	0,40	−0,84	+0,09	+0,07					58	47,67		
	„	O	„	„	07,61	„	−0,85	+0,09	−0,06								
	α Herculis	O	17	09	27,58	0,41	−0,86	+0,09	−0,01	+0,60	−0,16	−0,14	26,69	09	02,35	−24,34	−0,26
	ν Serpentis	O	17	14	19,37	„	−0,87	+0,09	−0,01	+0,60	−0,24	„	18,89	13	54,29	−24,10	−0,02
	w Herculis	O	17	16	28,63	„	−0,87	+0,09	−0,02	+0,68	−0,09	„	27,87	16	03,85	−24,02	+0,06
	α Ophiuchi	O	17	29	38,68	0,42	−0,89	+0,08	−0,01	+0,60	−0,17	„	37,68	29	13,54	−24,14	−0,06
	μ Herculis	O	17	42	04,02	0,41	−0,92	+0,08	−0,07	+0,65	−0,11	„	03,10	41	39,08	−24,02	+0,06
	ν Ophiuchi	O	17	52	40,39	„	−0,95	+0,07	−0,03	+0,59	−0,25	„	39,27	52	15,23	−24,04	+0,04
	67 Ophiuchi	O	17	54	54,30	„	−0,96	+0,07	−0,04	+0,58	−0,21	„	53,19	54	29,14	−24,05	+0,03
	96 Herculis	O	17	57	32,84	„	−0,97	+0,07	−0,06	+0,62	−0,14	„	31,81	57	07,82	−23,99	+0,09
	Polst. J (o. C)	O	18	12	41,48	„	−0,99	+0,06	−1,19					12	25,54		
	„	W	„	„	57,50	„	−1,02	+0,06	−0,52								
	1 Aquilae	W	18	28	57,17	„	−1,05	+0,06	−0,02	−0,61	−0,25	+0,14	55,03	28	30,84	−24,19	−0,11
	α Lyrae	W	18	33	13,31	„	−1,06	+0,05	−0,05	−0,78	−0,07	„	11,13	32	47,18	−23,95	+0,13
	2 Aquilae	W	18	35	58,63	„	−1,07	+0,05	−0,02	−0,61	−0,20	„	56,45	35	32,40	−24,05	+0,03
	112 Herculis	W	18	47	27,69	„	−1,09	+0,04	−0,03	−0,64	−0,15	„	25,55	47	01,53	−24,02	+0,06
	Θ_1 Serpentis	W	18	50	32,63	„	−1,10	+0,04	−0,02	−0,60	−0,22	„	30,46	50	06,45	−24,01	+0,07
	Θ_2 Serpentis	W	18	50	34,09	„	−1,10	+0,04	−0,02	−0,60	−0,22	„	31,92	50	07,89	−24,03	+0,05
	ε Aquilae	W	18	54	28,80	„	−1,11	+0,04	−0,03	−0,62	−0,17	„	26,64	54	02,70	23,94	+0,14
	Polst. D (u. C)	W	19	05	14,84	„	−1,13	+0,04	+0,11					04	52,38		
	„	O	„	„	24,98	„	−1,14	+0,04	+0.12								
	δ Aquilae	O	19	19	43,46	„	−1,17	+0,03	−0,04	+0,58	−0,23	−0,14	42,08	19	18.00	−24,08	0,00
	α Vulpeculae	O	19	23	60,91	„	−1,18	+0,03	−0,05	+0,63	−0,14	„	59,65	23	35,63	−24,02	+0,06
	15 Delphini	O	20	44	12,05	„	−1,36	−0,01	−0,05	+0,60	−0,21	„	10,47	43	46,81	−24,16	−0,08
	μ Aquarii	O	20	46	27,15	„	−1,37	−0,01	−0,03	+0,59	−0,31	„	25,47	46	01,36	−24,11	−0,03
	16 Delphini	O	20	50	12,47	„	−1,38	−0,01	−0,05	+0,60	−0,22	„	10,86	49	46,66	−24,20	−0,12
	Θ Capricorni	O	20	59	28.07	„	−1,40	−0,02	−0,05	+0,61	−0,35	„	26,31	59	02,17	−24.14	−0,06
	61_1 Cygni	O	21	01	48,81	„	−1,41	−0,02	−0,14	+0,73	−0,08	„	47,34	01	23,41	−23,93	+0,15
	61_2 Cygni	O	21	01	50,39	„	−1,41	−0,02	−0,14	+0,73	−0,08	„	48,92	01	24,91	−24,01	+0,07
	γ Equulei	O	21	04	47,69	„	−1,41	−0,02	−0,09	+0,59	−0,23	„	45,98	04	21,81	−24,17	−0,09
	α Equulei	O	21	10	06.49	„	−1,43	−0,02	−0,08	+0,58	−0,26	„	04,73	09	40,71	−24,02	+0,06
	Polst. F (u. C)	O	21	19	46.96	„	−1,46	−0,02	+0,50					19	15,08		
	„	W	„	„	38,80	„	−1,47	−0,02	+0,55								
	ε Capricorni	W	21	30	38,73	„	−1,49	−0,03	−0,04	−0,64	−0,37	+0,14	35,89	30	11,85	−24,04	+0,04
	d Aquarii	W	21	38	46,00	„	−1,50	−0,03	−0,07	−0,60	−0,28	„	43,25	33	18,97	−24,28	−0,20
	ε Pegasi	W	21	38	35,87	„	−1,52	−0,03	−0,08	−0,61	−0,24	„	33,12	38	08,86	−24,26	−0,18

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
5. August. 21h 35m	α Herculis	W	17	09	28,86	0,41	+1,55	+0,13	+0,03	—0,64	—0,21	+0,09	29,40	09	02,30	—27,10	—0,04
	ν Serpentis	W	17	14	20,96	„	+1,54	+0,13	+0,02	—0,63	—0,32	„	21,38	13	54,26	—27,12	—0,06
	α Ophiuchi	W	17	29	40,09	0,42	+1,53	+0,13	+0,03	—0,63	—0,23	„	40,59	29	13,51	—27,08	—0,02
	μ Herculis	W	17	42	05,56	„	+1,51	+0,12	+0,03	—0,71	—0,15	„	06,03	41	39,03	—27,00	+0,06
	ν Ophiuchi	W	17	52	41,91	0,41	+1,50	+0,11	+0,01	—0,63	—0,33	„	42,25	52	15,22	—27,03	+0,03
	67 Ophiuchi	W	17	54	55,69	„	+1,50	+0,11	+0,02	—0,62	—0,27	„	56,11	54	29,13	—26,98	+0,08
	96 Herculis	W	17	57	34,41	„	+1,49	+0,11	+0,02	—0,66	—0,19	„	34,86	57	07,79	—27,07	—0,01
	Polst. J (o. C)	W	18	12	56,79	„	+1,48	+0,10	+0,50					12	23,60		
	„	O	„	„	35,96	„	+1,47	+0,10	+0,83								
	1 Aquilae	O	18	28	56,60	„	+1,46	+0,10	+0,01	+0,60	—0,33	—0,09	57,94	28	30,84	—27,10	—0,04
	e Serpentis	O	18	31	42,61	„	+1,46	+0,09	+0,01	+0,60	—0,29	„	43,98	31	16,87	—27,11	—0,05
	α Lyrae	O	18	33	12,33	„	+1,46	+0,09	+0,01	+0,76	—0,08	„	14,07	32	47,13	—26,94	+0,12
	2 Aquilae	O	18	35	58,14	„	+1,45	+0.09	+0,01	+0,60	—0,34	„	59,45	35	32,41	—27,04	+0,03
	112 Herculis	O	18	47	27,11	„	+1,44	+0,09	—0,07	+0,64	—0,20	„	28,51	47	01,52	—26,99	+0,07
	Θ_1 Serpentis	O	18	50	32,14	„	+1,44	+0,09	—0,05	+0,60	—0,28	„	33,44	50	06,46	—26,98	+0,08
	Θ_2 Serpentis	O	18	50	33,63	„	+1,44	+0,09	—0,05	+0,60	—0,28	„	34,98	50	07,90	—27,03	+0,03
	ε Aquilae	O	18	54	28,37	„	+1,43	+0,08	—0,06	+0,62	—0,23	„	29,71	54	02,70	—27,01	+0,05
	Polst. D (u. C)	O	19	05	26,36	0,42	+1,42	+0,08	+0,86					04	53,09		
	„	W	„	„	16,73	„	+1,42	+0,08	+0,33								
	υ Sagittarii	W	19	15	07,98	0,41	+1,41	+0,07	—0,02	—0,64	—0,39	+0,09	08,09	14	41,12	—26,97	+0,09
	δ Aquilae	W	19	19	44,87	„	+1,41	+0,07	—0,03	—0,62	—0,30	„	45,08	19	18,02	—27,06	0,00
	α Vulpeculae	W	19	24	02,54	„	+1,40	+0,07	—0,04	—0,69	—0,18	„	02,78	23	35,64	—27,14	—0,08
	ι Aquilae	W	19	30	48,59	0,40	+1,40	+0,06	0,00	—0,62	—0,32	„	48,80	30	21,70	—27,10	—0,04
	σ Aquilae	W	19	33	34,50	„	+1,40	+0,06	0,00	—0,62	—0,29	„	34,74	33	07,62	—27,12	—0,06
	β Sagittae	W	19	35	58,65	„	+1,39	+0,06	0,00	—0,64	—0,23	„	58,92	35	31,81	—27,11	—0,05
	Polst. E (u. C)	W	19	47	22,68	„	+1,38	+0,05	—0,01					46	58,91		
	„	O	„	„	35,61	„	+1,38	+0,05	—0,10								
	16 Pegasi	O	21	47	54,26	0,39	+1,22	—0,01	—0,08	+0,65	—0,21	—0,09	55,35	47	28,26	—27,09	—0,03
	α Aquarii	O	21	59	54,47	„	+1,21	—0,01	—0,05	+0,60	—0,36	„	55,38	59	28,21	—27,17	—0,11
	θ Pegasi	O	22	04	26,13	„	+1,20	—0,01	—0,06	+0,60	—0,33	„	27,05	03	59,93	—27,12	—0,06
	41 Aquarii	O	22	07	57,04	„	+1,19	—0,02	—0,03	+0,64	—0,48	„	57,86	07	30,75	—27,11	—0,05
	θ Aquarii	O	22	10	47,12	„	+1,19	—0,02	—0,04	+0,60	—0,41	„	47,96	10	20,84	—27,12	—0,06
	Polst. L (o. C)	O	22	23	16,37	„	+1,17	—0,02	—0,76					22	59,24		
	„	W	„	„	30,52	„	+1,16	—0,02	—0,34								
	ζ Pegasi	W	22	35	47,02	„	+1,15	—0,03	0,00	—0,63	—0,31	+0,09	46,90	35	19,78	—27,12	—0,06
	α Piscis austr.	W	22	51	19,06	„	+1,12	—0,04	0,00	—0,72	—0,57	„	18,55	50	51,58	—26,97	+0,09
	α Ophiuchi	O	17	29	40,30	0,39	+1,59	+0,12	—0,01	+0,49	—0,30	—0,11	41,69	29	13,48	—28,21	+0,08
	μ Herculis	O	17	42	05,65	„	+1,57	+0,11	—0,04	+0,53	—0,20	„	07,12	41	39,00	—28,12	+0,17
	ν Ophiuchi	O	17	52	42,31	„	+1,55	+0,11	—0,02	+0,49	—0,44	„	43,50	52	15,20	—28,30	—0,01
	67 Ophiuchi	O	17	54	56,07	„	+1,54	+0,11	—0,03	+0,48	—0,37	„	57,30	54	29,11	—28,19	+0,10
	96 Herculis	O	17	57	34,60	„	+1,54	+0,10	—0,04	+0,51	—0,25	„	35,96	57	07,77	—28,19	+0,10
	Polst. J (o. C)	O	18	12	37,44	0,40	+1,52	+0,10	—0,94					12	23,01		
	„	W	„	„	49,30	„	+1,50	+0,10	+1,09								
	1 Aquilae	W	18	28	58,80	„	+1,47	+0,09	+0,04	—0,50	—0,44	+0,11	59,17	28	30,83	—28,34	—0,05
	e Serpentis	W	18	31	44,79	„	+1,47	+0,08	+0,05	—0,50	—0,40	„	45,20	31	16,86	—28,34	—0,05

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
17. August. 21h 38m	δ Aquilae	W	19	18	52,36	0,29	+1,41	+0,10	+0,01	−0,56	−0,83	+0,08	52,78	19	17,99	+25,21	−0,13
	α Vulpeculae	W	19	23	09,86	„	+1,40	+0,10	+0,01	−0,62	−0,20	„	10,34	23	35,57	+25,23	−0,11
	ι Aquilae	W	19	29	55,84	„	+1,38	+0,09	+0,02	−0,56	−0,35	„	56,21	30	21,68	+25,47	+0,13
	σ Aquilae	W	19	32	41,77	„	+1,37	+0,09	+0,02	−0,56	−0,32	„	42,16	33	07,60	+25,44	+0,10
	β Sagittae	W	19	35	05,92	„	+1,36	+0,09	+0,03	−0,58	−0,26	„	06,35	35	31,77	+25,42	+0,08
	Polst. E (u. C)	W	19	46	34,60	„	+1,34	+0,08	−0,24					47	00,66		
	„	O	„	„	42,53	„	+1,32	+0,08	−0,09								
	τ Aquilae	O	19	57	41,61	„	+1,29	+0,07	0,00	+0,54	−0,32	−0,08	42,82	58	08,13	+25,31	−0,03
	17 Vulpeculae	O	20	01	10,07	„	+1,28	+0,07	0,00	+0,57	−0,22	„	11,40	01	36,63	+25,23	−0,11
	θ Aquilae	O	20	04	31,41	„	+1,27	+0,07	0,00	+0,54	−0,36	„	32,56	04	57,77	+25,21	−0,13
	α_2 Capricorni	O	20	10	47,68	„	+1,25	+0,06	0,00	+0,55	−0,44	„	48,73	11	14,10	+25,37	+0,03
	16 Pegasi	O	21	47	01,84	„	+1,07	−0,01	−0,01	+0,59	−0,22	„	02,89	47	28,38	+25,49	+0,15
	α Aquarii	O	21	59	02,15	„	+1,04	−0,02	0,00	+0,54	−0,40	„	02,94	59	28,35	+25,41	+0,07
	θ Pegasi	O	22	03	33,97	„	+1,02	−0,02	0,00	+0,54	−0,36	„	34,78	04	00,07	+25,29	−0,05
	41 Aquarii	O	22	07	04,83	„	+1,01	−0,02	0,00	+0,58	−0,53	„	05,50	07	30,92	+25,42	+0,08
	θ Aquarii	O	22	09	54,94	„	+1,00	−0,03	0,00	+0,54	−0,45	„	55,63	10	21,01	+25,38	+0,04
	Polst. L (o. C)	O	22	22	21,36	„	+0,97	−0,04	−0,34					22	59,78		
	„	W	„	„	37,88	„	+0,96	−0,04	+0,14								
	ζ Pegasi	W	22	34	54,79	„	+0,93	−0,04	0,00	−0,56	−0,34	+0,08	54,57	35	19,96	+25,39	+0,05
	λ Aquarii	W	22	45	47,26	„	+0,90	−0,05	0,00	−0,56	−0,46	„	46,88	46	12,21	+25,33	−0,01
	α Piscis austr.	W	22	50	26,96	0,28	+0,88	−0,05	0,00	−0,65	−0,62	„	26,32	50	51,81	+25,49	+0,15
	α Pegasi	W	22	59	13,35	0,24	+0,86	−0,06	0,00	−0,57	−0,31	„	13,11	58	38,30	+25,19	−0,15
	58 Pegasi	W	23	03	25,08	„	+0,83	−0,07	−0,01	−0,56	−0,35	„	24,76	03	50,11	+25,35	+0,01
	φ Aquarii	W	23	07	32,50	0,23	+0,82	−0,07	0,00	−0,56	−0,45	„	32,09	07	57,41	+25,32	−0,02
	γ Piscium	W	23	10	22,58	„	+0,81	−0,07	−0,01	−0,56	−0,40	„	22,20	10	47,57	+25,37	+0,03
4. September. 22h 49m	112 Herculis	O	18	46	47,32	0,25	+0,99	+0,05	+0,01	+0,10	−0,17	−0,01	48,04	47	01,09	+13,05	−0,16
	θ_1 Serpentis	O	18	49	52,44	„	+0,98	+0,05	+0,01	+0,09	−0,25	„	53,06	50	06,19	+13,13	−0,08
	θ_2 Serpentis	O	18	49	53,88	„	+0,98	+0,05	+0,01	+0,09	−0,25	„	54,50	19	07,63	+13,13	−0,08
	ε Aquilae	O	18	53	48,63	„	+0,97	+0,05	+0,01	+0,10	−0,20	„	49,30	54	02,41	+13,11	−0,10
	Polst. D (u. C)	O	19	04	46,53	0,26	+0,94	+0,05	+0,09					04	57,91		
	„	W	„	„	45,85	„	+0,92	+0,05	+0,05								
	υ Sagittarii	W	19	14	27,36	„	+0,90	+0,05	+0,01	−0,12	−0,34	+0,01	27,61	14	40,93	+13,32	+0,11
	δ Aquilae	W	19	19	04,27	„	+0,88	+0,05	+0,01	−0,11	−0,26	„	04,59	19	17,83	+13,24	+0,03
	α Vulpeculae	W	19	23	21,78	„	+0,86	+0,04	+0,02	−0,13	−0,17	„	22,15	23	35,36	+13,21	0,00
	ι Aquilae	W	19	30	08,09	„	+0,83	+0,04	+0,02	−0,11	−0,28	„	08,34	30	21,53	+13,19	−0,02
	σ Aquilae	W	19	32	53,94	„	+0,82	+0,04	+0,02	−0,11	−0,26	„	54,20	33	07,45	+13,25	+0,04
	β Sagittae	W	19	35	18,08	„	+0,81	+0,04	+0,03	−0,12	−0,20	„	18,39	35	31,60	+13,21	0,00
	Polst. K (o. C)	W	20	34	22,67	0,27	+0,55	+0,03	+0,17					34	36,25		
	„	O	„	„	21,24	„	+0,53	+0,03	+0,12								
	15 Delphini	O	20	43	33,01	0,26	+0,49	+0,03	+0,01	+0,10	−0,25	−0,01	33,12	43	46,86	+13,24	+0,03
	μ Aquarii	O	20	45	48,31	„	+0,49	+0,03	0,00	+0,09	−0,35	„	48,30	46	01,47	+13,17	−0,04
	16 Delphini	O	20	49	33,46	„	+0,47	+0,03	+0,01	+0,10	−0,25	„	33,55	49	46,74	+13,19	−0,02
	θ Capricorni	O	20	58	49,29	„	+0,42	+0,02	−0,01	+0,10	−0,40	„	49,15	59	02,85	+13,20	−0,01
	61_1 Cygni	O	21	01	09,90	„	+0,42	+0,02	−0,02	+0,11	−0,09	„	10,07	01	23,42	+13,35	+0,14
	61_2 Cygni	O	21	01	11,39	„	+0,42	+0,02	−0,02	+0,11	−0,09	„	11,50	01	24,92	+13,36	+0,15
	γ Equulei	O	21	04	08,68	„	+0,40	+0,02	−0,01	+0,10	−0,26	„	08,66	04	21,94	+13,28	+0,07
	α Equulei	O	21	09	27,68	„	+0,38	+0,02	−0,01	+0,09	−0,29	„	27,60	09	40,87	+13,27	+0,06

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
	58 Pegasi	W	23	03	39,01	0,28	— 0,90	0,00	+0,05	−0,47	−0,22	+0,02	37,21	03	50,31	+13,10	−0,04
	φ Aquarii	W	23	07	46,43	„	— 0,91	0,00	+0,04	−0,47	−0,29	„	44,54	07	57,63	+13,09	−0,05
	γ Piscium	W	23	10	36,48	„	— 0,92	0,00	+0,05	−0,47	−0,24	„	34,04	10	47,79	+13,15	+0,01
	Polst. M (o. C)	W	23	27	50,77	„	— 0,98	−0,01	+1,10					28	00,72		
	„	O	„	„	37,50	„	— 1,02	−0,01	+0,09								
	21 Piscium	O	23	42	58,14	„	— 1,08	−0,01	+0,02	+0,45	−0,26	−0,02	56,96	43	10,08	+13,12	−0,02
	φ Pegasi	O	23	46	02,16	„	— 1,09	−0,01	+0,02	+0,48	−0,19	„	01,07	46	14,25	+13,18	+0,04
	ω Piscium	O	23	52	48.20	„	— 1,12	−0,01	+0,02	+0,45	−0,24	„	47,00	53	00,12	+13,12	−0,02
	α Andromedae	O	0	01	50,08	„	— 1,17	−0,01	+0,02	+0,51	−0,14	„	48,99	02	02,18	+13,19	+0,05
	γ Pegasi	O	0	06	42,63	0,26	— 1,20	−0,01	+0,01	+0,47	−0,21	„	41,41	06	54,50	+13,09	−0,05
	12 Ceti	O	0	23	34,44	0,25	— 1,27	−0,01	+0,01	+0,45	−0,30	„	33,05	23	46,16	+13,11	−0,03
	55 Piscium	O	0	33	15,47	0,24	— 1,30	−0,01	−0,01	+0,48	−0,19	„	14,18	33	27,35	+13,17	+0,03
	β Ceti	O	0	37	13,91	„	— 1,31	−0,01	0,00	+0,47	−0,37	„	12,43	37	25,55	+13,12	−0,02
	58 Piscium	O	0	40	25,00	„	— 1,32	−0,02	−0,01	+0,46	−0,23	„	23,62	40	36,76	+13,14	0,00
11. September. $23^h 17^m$	θ Aquilae	W	20	04	59,23	0,30	−12,71	+0,06	+0,05	+1,25	−0,30	+0,03	47,31	04	57,61	+10,30	−0,19
	α_2 Capricorni	W	20	11	15,51	„	−12,74	+0,06	+0,04	+1,28	−0,36	„	03,52	11	13,95	+10,43	−0,06
	23 Heveli	W	20	16	66,84	„	−12,77	+0,06	+0,06	+1,25	−0,27	„	54,90	17	05,15	+10,25	−0,24
	π Capricorni	W	20	20	18,62	„	−12,79	+0,06	+0,03	+1,32	−0,38	„	06,59	20	17,03	+10,44	−0,05
	69 Aquilae	W	20	23	15,10	„	−12,81	+0,06	+0,05	+1,25	−0,31	„	03,07	23	13,45	+10,38	−0,11
	Polst. K (o. C)	W	20	34	28,97	„	−12,87	+0,05	+0,32					34	35,60		
	„	O	„	„	45,61	„	−12,89	+0,05	+0,01								
	Polst. K_1 (o. C)	W	20	35	49,95	„	−12,87	+0,05	+0,32					35	56,90		
	„	O	„	„	66,21	„	−12,89	+0,05	+0,04								
	15 Delphini	O	20	43	50,60	„	−12,92	+0,05	+0,01	−1,30	−0,24	−0,03	35,87	48	46,31	+10,44	−0,05
	μ Aquarii	O	20	45	65,82	„	−12,93	+0,05	0,00	−1,29	−0,35	„	50,97	46	01,42	+10,45	−0,04
	16 Delphini	O	20	49	51.00	„	−12,96	+0,05	+0,01	−1,30	−0,24	„	36,23	49	46,69	+10,46	−0,03
	θ Capricorni	O	20	58	66,90	„	−13,01	+0,04	−0,01	−1,33	−0,40	„	51,86	59	02,31	+10,45	−0,04
	61_1 Cygni	O	21	01	27,78	„	−13,02	+0,04	−0,03	−1,62	−0,10	„	12,72	01	23,36	+10,64	+0,15
	61_2 Cygni	O	21	01	29,27	„	−13,02	+0,04	−0,03	−1,62	−0,10	„	14,21	01	24,86	+10,65	+0,16
	γ Equulei	O	21	04	26,37	„	−13,04	+0,04	−0,02	−1,29	−0,26	„	11,47	04	21,90	+10,43	−0,06
	α Equulei	O	21	09	45,39	„	−13,08	+0,04	−0,02	−1,27	−0,29	„	30,44	09	40,82	+10,38	−0,11
	Polst. F (u. C)	O	21	19	14,28	„	−13,13	+0,04	+0,19					19	17,63		
	„	W	„	„	32,64	„	−13,16	+0,04	−0,14								
	ε Capricorni	W	21	30	14,13	„	−13,21	+0,04	+0,02	+1,33	−0,42	+0,03	01,62	30	12,11	+10,49	0,00
	d Aquarii	W	21	33	21,21	„	−13,23	+0,03	+0,03	+1,25	−0,31	„	08,71	33	19,21	+10,50	+0,01
	ε Pegasi	W	21	37	71,04	„	−13,26	+0,03	+0,04	+1,27	−0,27	„	58,58	38	09,09	+10,51	+0,02
	16 Pegasi	W	21	47	30,09	„	−13,31	+0,03	+0,05	+1,37	−0,19	„	17,77	47	28,39	+10.62	+0,13
	α Aquarii	W	21	59	30,61	„	−13,36	+0,03	+0,03	+1,25	−0,38	„	17,96	59	28,44	+10,48	−0,01
	θ Aquarii	W	22	10	23,52	„	−13,41	+0,02	+0,03	+1,26	−0,38	„	10,77	10	21,13	+10,36	−0,13
	21 Piscium	W	23	42	72,68	„	−13,84	−0,01	+0,07	+1,25	−0,35	„	59,53	43	10,14	+10,61	+0,12
	φ Pegasi	W	23	46	16,72	„	−13,85	−0,01	+0,10	+1,32	−0,25	„	03,76	46	14,32	+10,56	+0,07
	ω Piscium	W	23	52	62,82	„	−13,90	−0,01	+0,08	+1,25	−0,33	„	49,64	53	00.19	+10,55	+0,06
	α Andromedae	W	0	01	64,61	„	−13,94	−0,01	+0,12	+1,41	−0,19	„	51,73	02	02,27	+10,54	+0,05
	γ Pegasi	W	0	06	57,18	„	−13,97	−0,02	+0,09	+1,29	−0,28	„	44,02	06	54,58	+10,56	+0,07

Datum (1876) und Reductionszeit	Stern	Lage	Beobachteter Durchgang durch den Mittelfaden h	m	s	Federparallaxe (—)	Reduction auf die Mahler-Uhr	Reduction auf den mittleren Moment	Correction für Neigung	Corr. für Collimation und tägl. Aberration	Azimuth-Correction	Reduction für die physiolog. Differenz	Corrigirte Durchgangszeit	Rectascension m	s	Uhr-Correction	Abweichung vom Tagesmittel
						s	s	s	s	s	s	s	s			s	s
25. September. $0^h 35^m$	α_2 Capricorni	W	20	11	01,02	0,30	+1,51	—0,03	+0,06	+0,82	—0,35	+0,01	02,74	11	13,79	+11,05	—0,04
	23 Hevelii	W	20	16	52,08	„	+1,48	—0,03	+0,08	+0,81	—0,27	„	53,86	17	04,98	+11,12	+0,03
	π Capricorni	W	20	20	04,09	„	+1,47	—0,03	+0,05	+0,85	—0,38	„	05,76	20	16,88	+11,12	+0,03
	69 Aquilae	W	20	23	00,49	„	+1,46	—0,03	+0,07	+0,80	—0,30	„	02,20	23	13,30	+11,10	+0,01
	Polst. K (o. C)	W	20	34	14,72	„	+1,41	—0,03	+0,51					34	33,94		
	„	O	„	„	25,90	„	+1,41	—0,03	+0.32								
	Polst. K_1 (o. C.)	W	20	35	36,09	„	+1,41	—0,03	+0.51					35	55,26		
	„	O	„	„	47,16	„	+1,39	—0,03	+0,32								
	15 Delphini	O	20	43	35,24	„	+1,36	—0,03	+0,05	—0,84	—0,24	—0,01	35,23	43	46,17	+10,94	—0,15
	μ Aquarii	O	20	45	50,45	„	+1,35	—0,03	+0,04	—0,83	—0,34	„	50,33	46	01,29	+10,96	—0,13
	16 Delphini	O	20	49	35,61	„	+1,31	—0,03	+0,05	—0,84	—0,24	„	35,58	49	46,55	+10,97	—0,12
	Θ Capricorni	O	20	58	51,44	„	+1,30	—0,03	+0,03	—0,86	—0,38	„	51,19	59	02,19	+11,00	—0,09
	61_1 Cygni	O	21	01	12,13	„	+1,29	—0,03	+0,08	—1,05	—0,09	„	12,02	01	23,17	+11,15	+0,06
	61_2 Cygni	O	21	01	13,63	„	+1,29	—0,03	+0,08	—1,05	—0,09	„	13,52	01	24,67	+11,15	+0,06
	γ Equulei	O	21	04	10,79	„	+1,27	—0,03	+0,05	—0,83	—0,20	„	10,68	04	21,78	+11,10	+0,01
	α Equulei	O	21	09	29,75	„	+1,25	—0,03	+0,04	—0,82	—0,28	„	29,60	09	40,73	+11,13	+0,04
	Polst. F (u. C)	O	21	19	04,80	„	+1,21	—0,03	—0,21					19	19,29		
	„	W	„	„	16,23	„	+1,20	—0,03	—0,29								
	ε Capricorni	W	21	29	59,59	„	+1,16	—0,02	+0,03	+0,85	—0,42	+0,01	60,90	30	12.02	+11,12	+0,03
	d Aquarii	W	21	33	06,65	„	+1,14	—0,02	+0,06	+0,80	—0,31	„	08,03	33	19,12	+11,09	0,00
	ε Pegasi	W	21	37	56,52	„	+1,12	—0,02	+0,07	+0,81	—0,27	„	57,94	38	09,02	+11,08	—0,01
	16 Pegasi	W	21	47	15,57	„	+1,08	—0,02	+0,09	+0,88	—0,18	„	17,13	47	28,30	+11,17	+0,08
	α Aquarii	W	21	59	16,07	„	+1,04	—0,02	+0,06	+0,80	—0,32	„	17,34	59	28,39	+11,05	—0,04
	Θ Pegasi	W	22	03	47,75	„	+1,01	—0,02	+0,07	+0,81	—0,30	„	49,03	04	00,12	+11,09	0,00
	41 Aquarii	W	22	07	18,83	„	+1,00	—0,02	+0,03	+0,86	—0,44	„	19,97	07	31,00	+11,03	—0,06
	Θ Aquarii	W	22	10	08,83	„	+0,99	—0,02	+0,05	+0,81	—0,36	„	10,01	10	21,09	+11,08	—0,01
	Polst. L (o. C)	W	22	22	31,82	„	+0,94	—0,02	+0,76					22	57,37		
	„	O	„	„	52,47	„	+0,93	—0,02	+0,68								
	ζ Pegasi	O	22	35	09,58	„	+0,88	—0,02	+0,05	—0,83	—0,27	—0,01	09,08	35	20,12	+11,04	—0,05
	68 Aquarii	O	22	40	47,06	„	+0,85	—0,01	+0,02	—0,88	—0,44	„	46,29	40	57,43	+11,14	+0,05
	α Piscis austr.	O	22	50	41,89	„	+0,81	—0,01	+0,01	—0,96	—0,51	„	40,92	50	52,07	+11,15	+0,06
	α Pegasi	O	22	58	27,92	„	+0,78	—0,01	+0,05	—0,85	—0,26	„	27,32	58	38,55	+11,23	+0,14
	γ Piscium	O	23	10	37,51	„	+0,72	—0,01	+0,01	—0,82	—0,33	„	36,77	10	47,88	+11,11	+0,02
	Polst. M (o. C)	O	23	27	57,36	„	+0,67	—0,01	—0,13					28	00,57		
	„	W	„	„	31,31	„	+0,64	—0,01	+0,73								

Nimmt man für jeden einzelnen Abend das arithmetische Mittel der erhaltenen Uhr-Correctionen und berücksichtigt die in der Tabelle pag. 539 vorgetragenen nächtlichen Uhrgänge der Hauptuhr Mahler, so ergeben sich die nachstehenden, für die Reduction der Zeichenwechsel zu benützenden Uhr-Correctionen (u):

1876.	Juli	14.	$u' = -18{,}^{s}248 - 0{,}^{s}0151\,(t - 20{,}^{h}017)$	[25 Zeit-, $2\frac{2}{3}$ Pol-Sterne]
„	„	17.	$u' = -18{,}^{s}769 - 0{,}^{s}0187\,(t - 19{,}^{h}833)$	[35 „ 5 „ „]
„	„	21.	$u' = -20{,}^{s}453 - 0{,}^{s}0193\,(t - 20{,}^{h}017)$	[36 „ 5 „ „]
„	„	22.	$u' = -20{,}^{s}802 - 0{,}^{s}0171\,(t - 20{,}^{h}233)$	[35 „ 4 „ „]
„	„	26.	$u' = -22{,}^{s}329 - 0{,}^{s}0237\,(t - 21{,}^{h}233)$	[34 „ 4 „ „]
„	„	30.	$u' = -24{,}^{s}078 - 0{,}^{s}0273\,(t - 20{,}^{h}450)$	[31 „ 4 „ „]
„	„	31.	$u' = -24{,}^{s}542 - 0{,}^{s}0306\,(t - 19{,}^{h}983)$	[32 „ 4 „ „]
„	August	5.	$u' = -27{,}^{s}063 - 0{,}^{s}0306\,(t - 21{,}^{h}583)$	[28 „ 4 „ „]
„	„	7.	$u' = -28{,}^{s}292 - 0{,}^{s}0342\,(t - 21{,}^{h}017)$	[33 „ 5 „ „]
„	„	17.	$u' = +25{,}^{s}341 - 0{,}^{s}0448\,(t - 21{,}^{h}633)$	[30 „ 4 „ „]
„	Sept.	4.	$u' = +13{,}^{s}207 - 0{,}^{s}0131\,(t - 22{,}^{h}817)$	[22 „ 3 „ „]
„	„	5.	$u' = +13{,}^{s}139 - 0{,}^{s}0093\,(t - 22{,}^{h}900)$	[41 „ 6 „ „]
„	„	11.	$u' = +10{,}^{s}489 - 0{,}^{s}0195\,(t - 23{,}^{h}283)$	[26 „ 4 „ „]
„	„	22.	$u' = +9{,}^{s}628 - 0{,}^{s}0059\,(t - 24{,}^{h}117)$	[27 „ 4 „ „]
„	„	25.	$u' = +11{,}^{s}087 + 0{,}^{s}0081\,(t - 24{,}^{h}583)$	[25 „ 5 „ „]

Für die Station Wien wurden von Seite des K. K. Gradmessungs-Büreau's folgende Uhr-Correctionen mitgetheilt:

1876.	Juli	14.	$u = -7{,}^{s}385 - 0{,}^{s}0393\,(t - 20{,}^{h}317)$	[32 Zeit-, 4 Pol-Sterne]
„	„	17.	$u = -9{,}^{s}755 - 0{,}^{s}0403\,(t - 20{,}^{h}143)$	[36 „ $6\frac{1}{2}$ „ „]
„	„	21.	$u = -23{,}^{s}885 + 0{,}^{s}0212\,(t - 19{,}^{h}993)$	[32 „ 6 „ „]
„	„	22.	$u = -23{,}^{s}219 + 0{,}^{s}0147\,(t - 19{,}^{h}933)$	[43 „ 6 „ „]
„	„	26.	$u = -22{,}^{s}449 - 0{,}^{s}0052\,(t - 20{,}^{h}110)$	[36 „ $5\frac{1}{2}$ „ „]
„	„	30.	$u = -22{,}^{s}179 + 0{,}^{s}0211\,(t - 20{,}^{h}567)$	[28 „ 5 „ „]
„	„	31.	$u = -21{,}^{s}221 + 0{,}^{s}0278\,(t - 20{,}^{h}680)$	[28 „ 4 „ „]
„	August	5.	$u = -18{,}^{s}528 + 0{,}^{s}0339\,(t - 21{,}^{h}083)$	[34 „ 5 „ „]
„	„	7.	$u = -14{,}^{s}525 + 0{,}^{s}0765\,(t - 21{,}^{h}257)$	[36 „ 5 „ „]
„	„	17.	$u = -99{,}^{s}485 + 0{,}^{s}0823\,(t - 21{,}^{h}745)$	[36 „ 6 „ „]
„	Sept.	4.	$u = +18{,}^{s}832 + 0{,}^{s}0842\,(t - 21{,}^{h}633)$	[19 „ 2 „ „]
„	„	5.	$u = +20{,}^{s}761 + 0{,}^{s}0551\,(t - 24{,}^{h}265)$	[23 „ 3 „ „]
„	„	11.	$u = +29{,}^{s}373 + 0{,}^{s}0963\,(t - 22{,}^{h}690)$	[22 „ 3 „ „]
„	„	22.	$u = +64{,}^{s}769 + 0{,}^{s}2071\,(t - 22{,}^{h}918)$	[18 „ 2 „ „]
„	„	25.	$u = +74{,}^{s}978 + 0{,}^{s}1320\,(t - 23{,}^{h}237)$	[12 „ 2 „ „]

Die von Seite des K. K. Gradmessungs-Büreau's für die Station Greenwich mitgetheilten Uhr-Correctionen sind die folgenden:

1876.	Juli	14.	$u'' = -8{,}^{s}946 - 0{,}^{s}1300\,(t - 18{,}^{h}728)$	[24 Zeit-, 4 Pol-Sterne]
„	„	17.	$u'' = -18{,}^{s}451 - 0{,}^{s}1424\,(t - 18{,}^{h}992)$	[22 „ 3 „ „]
„	„	21.	$u'' = -30{,}^{s}979 - 0{,}^{s}1325\,(t - 19{,}^{h}627)$	[28 „ 4 „ „]
„	„	22.	$u'' = -33{,}^{s}894 - 0{,}^{s}1339\,(t - 18{,}^{h}317)$	[10 „ $1\frac{1}{2}$ „ „]
„	„	26.	$u'' = -45{,}^{s}345 - 0{,}^{s}1277\,(t - 18{,}^{h}612)$	[18 „ $3\frac{1}{2}$ „ „]
„	August	5.	$u'' = -68{,}^{s}506 - 0{,}^{s}0870\,(t - 20{,}^{h}570)$	[31 „ $4\frac{1}{2}$ „ „]
„	„	7.	$u'' = -72{,}^{s}284 - 0{,}^{s}0878\,(t - 19{,}^{h}755)$	[40 „ $5\frac{1}{2}$ „ „]
„	„	17.	$u'' = -92{,}^{s}083 - 0{,}^{s}0780\,(t - 20{,}^{h}545)$	[25 „ 5 „ „]
„	Sept.	5.	$u'' = -106{,}^{s}050 - 0{,}^{s}0252\,(t - 21{,}^{h}692)$	[26 „ 5 „ „]
„	„	11.	$u'' = +14{,}^{s}821 + 0{,}^{s}0106\,(t - 21{,}^{h}882)$	[27 „ 4 „ „]

Mit Hülfe dieser Uhr-Correctionen wurden nun die Signalwechsel der einzelnen Abende reducirt. Ueber die Anordnung der Zeichenwechsel gibt sowohl das Vorwort zu

dem I. Theile der „Längenbestimmungen für die K. Sternwarte Bogenhausen" (pag. 5) als auch, — und zwar in detaillirter Angabe der jeweiligen Schaltungen und Stromwege, — der I. Band der „Astronomischen Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Büreau" (pag. [25] mit [29]) Aufschluss. Jede der drei Stationen: Greenwich, Bogenhausen und Wien sendet in der Aufeinanderfolge von West nach Ost an jedem vollständig gelungenen Abende der Operation eine Reihe von Zeichen aus, welche sich sowohl auf dem Chronographen der eigenen, als auch auf jenen der beiden andern Stationen aufzeichnen. Nennt man die Längendifferenzen Wien-Bogenhausen, Wien-Greenwich und Bogenhausen-Greenwich bezw. λ_{wb}, λ_{wg} und λ_{bg} und sind s_{wb}, s_{wg} und s_{bg} die zugehörigen Stromzeiten, so gibt der von Greenwich ausgehende Aussandt: $\lambda_{wg} + s_{wg}$ und $\lambda_{bg} + s_{bg}$; der von Bogenhausen ausgehende gibt: $\lambda_{wb} + s_{wb}$ und $\lambda_{bg} - s_{bg}$ und endlich jener von Wien: $\lambda_{wb} - s_{wb}$ und $\lambda_{wg} - s_{wg}$. Aus den treffenden Mittelwerthen ergeben sich dann die treffenden Längendifferenzen λ_{wg}, λ_{wb} und λ_{bg} frei von den Stromzeiten. Da diese drei Resultate auf denselben Zeitbestimmungen der drei Stationen beruhen, so sollten dieselben der Bedingung: $\lambda_{wg} = \lambda_{bg} + \lambda_{wb}$ in aller Strenge genügen; kleine Schlussfehler dieser Bedingungsgleichung können nur in den Unvollkommenheiten der Apparat-Regulirung bezw. der Stromabgleichung ihren Grund haben und man wird sie durch folgende einfache Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate ausgleichen.

Bezeichnet man die Verbesserung von λ_{bg} mit x, jene von λ_{wb} mit y, so hat man die Fehlergleichungen:

$$\lambda_{bg} + x - \lambda_{bg} = x = v_1$$
$$\lambda_{wb} + y - \lambda_{wb} = y = v_2$$
$$\lambda_{wb} + y + \lambda_{bg} + x - \lambda_{wg} = y + x + (\lambda_{wb} + \lambda_{bg} - \lambda_{wg}) = y + x + \Delta = v_3$$

indem man den Schlussfehler $\lambda_{wb} + \lambda_{bg} - \lambda_{wg} = \Delta$ setzt. Es ergeben sich dann die Normalgleichungen:

$$2x + y + \Delta = 0.$$
$$2y + x + \Delta = 0.$$

sohin $x = y = -\frac{\Delta}{3}$.

Die nun folgende Tabelle enthält in der 3., 4. und 5. Columne die Epoche (Mittel der Zeiten der auf dem Chronographen aufgezeichneten Signale) jeder Station, darunter in der 2. Zeile die treffende Federparallaxe und in der 3. Zeile die zur Epoche gehörige Uhr-Correction. In der 7., 9. und 11. Spalte finden sich und zwar in der 1. Zeile die aus den zusammengehörigen Chronographenablesungen erhaltenen Uhrdifferenzen, in der 2. Zeile die entsprechenden Reductionen wegen Federparallaxen und Uhrständen, woraus sich dann durch Addition der 1. und 2. Zeile der noch mit der Stromzeit behaftete Längenunterschied ergibt. Bemerkt muss noch werden, dass jene Uhrdifferenzen, bei denen Bogenhausen betheiligt ist, — also W-B und B-G, — doppelt angesetzt sind, wobei sich die obere Zeile auf die Angabe der Registriruhr Berthoud (B), die untere dagegen auf jene der Hauptuhr Mahler (M), für welche auch die in der 4. Spalte vorgetragenen Uhr-Correctionen u' gelten, bezieht. — Am 30. und 31. Juli, sowie am 4., 22. und 25. September konnte in Greenwich schlechter Witterung halber keine Zeitbestimmung erlangt werden und blieb desshalb der Signalwechsel auf die Stationen Wien und Bogenhausen beschränkt. Am 14. Juli kam keine der beiden von Bogenhausen ausgesendeten Signalreihen auf dem Streifen des Chronographen zu Greenwich an, was, — am ersten Abende der Operation, — der noch mangelnden Sicherheit in der Handhabung der Apparate zuzuschreiben sein dürfte. Die Längendifferenz Bogenhausen-Greenwich

Datum 1876	Zeichengebende Station	Epoche W p u	Epoche B p' u'	Epoche G p'' u''	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-B für B und für M (p+u)−(p'+u') $l_{wb} \pm s_{wb}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-G (p+u)−(p''+u'') $l_{wg} \pm s_{wg}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. B-G für B und für M (p'+u')−(p''+u'') $l_{bg} \pm s_{bg}$
Juli 17.	G	20 06,0 + 0,209 − 9,753	19 47,2 − 0,397 − 18,768	19 00,9 − 0,035 − 18,454			26	1 05 12,104 + 8,945 1 05 21,049	26	46 25,753 26,809 − 0,676 46 26,133
	B	20 09,3 + 0,209 − 9,755	19 50,5 − 0,397 − 18,769	19 04,1 − 0,035 − 18,462	38	18 46,356 45,346 + 9,621 18 54,967			37	46 25,500 26,544 − 0,670 46 25,874
	W	20 19,0 + 0,209 − 9,762	20 00,3 − 0,397 − 18,772	19 14,0 + 0,248 − 18,485	29	18 46,281 45,271 + 9,616 18 54,887	29	1 05 11,895 + 8,689 1 05 20,584		
Juli 21.	G	20 17,7 + 0,226 − 23,879	19 58,7 − 0,385 − 20,452	19 12,5 + 0,033 − 30,923			52	1 05 13,779 + 7,237 1 05 21,016	52	46 12,109 15,912 + 10,053 25,965
	B	20 20,5 + 0,226 − 23,878	20 01,4 − 0,385 − 20,453	19 15,3 + 0,033 − 30,930	54	19 01,679 18 57,882 − 2,814 18 55,068			54	46 11,756 15,558 + 10,059 46 25,612
	W	20 23,3 + 0,226 − 23,877	20 04,3 − 0,385 − 20,454	19 18,1 + 0,033 − 30,936	43	19 01,611 18 57,821 − 2,812 18 55,009	43	1 05 13,346 + 7,252 1 05 20,598		

Datum 1876	Zeichengebende Station	Epoche W p u	Epoche B p' u'	Epoche G p'' u''	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-B für B und für M (p+u)−(p'+u') $l_{wb} \pm s_{wb}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-G (p+u)−(p''+u'') $l_{wg} \pm s_{wg}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. B-G für B und für M (p'+u')−(p''+u'') $l_{bg} \pm s_{bg}$
Juli 30.	W	$20^h 44,2^m$ $+ 0,237^s$ $- 22,175$	$20^h 25,3^m$ $- 0,410^s$ $- 24,077$		19	$18^m 51,222^s$ 52,534 $+ 2,549$ 18 55,083				
	B	$20^h 45,1^m$ $+ 0,237^s$ $- 22,175$	$20^h 26,3^m$ $- 0,409^s$ $- 24,078$		20	$18^m 51,259^s$ 52,573 $+ 2,549$ 18 55,122				
	B	$20^h 46,8^m$ $+ 0,237^s$ $- 22,175$	$20^h 27,9^m$ $- 0,404^s$ $- 24,078$		20	$18^m 51,269^s$ 52,587 $+ 2,544$ 18 55,131				
	W	$20^h 47,9^m$ $+ 0,237^s$ $- 22,174$	$20^h 29,0^m$ $- 0,402^s$ $- 24,079$		18	$18^m 51,211^s$ 52,531 $+ 2,544$ 18 55,075				
Juli 31.	W	$20^h 16,4^m$ $+ 0,244^s$ $- 21,232$	$19^h 57,5^m$ $- 0,424^s$ $- 24,541$		21	$18^m 52,430^s$ 51,077 $+ 3,977$ 18 55,054				
	B	$20^h 17,4^m$ $+ 0,244^s$ $- 21,232$	$19^h 58,5^m$ $- 0,427^s$ $- 24,542$		20	$18^m 52,508^s$ 51,155 $+ 3,981$ 18 55,136				

Datum 1876	Zeichengebende Station	Epoche W p u	Epoche B p' u'	Epoche G p'' u''	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-B für B und für M (p+u)−(p'+u') $l_{wb} \pm s_{wb}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-G (p+u)−(p''+u'') $l_{wg} \pm s_{wg}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. B-G für B und für M (p'+u')−(p''+u'') $l_{bg} \pm s_{bg}$
August 7.						m s 18 41,654				m s 45 40,919
		h m 21 20,9	h m 21 02,2	h m 20 16,5	27	40,577			27	41,996
	B	s + 0,148	s − 0,457	s + 0,067		+ 14,380				+ 43,513
		− 14,518	− 28,293	− 72,330		18 54,957				46 25,509
						m s 18 41,609				
		h m 21 23,9	h m 21 05,2	h m 20 19,5	42	40,539	42	h m s 1 04 22,691		
	W	s + 0,148	s − 0,460	s + 0,067		+ 14,388		+ 57,901		
		− 14,514	− 28,294	− 72,334		18 54,927		1 05 20,592		
August 17.										m s 44 28,296
		h m 21 57,4	h m 21 36,4	h m 20 51,9			37	h m s 1 05 29,134	37	29,397
	G	s + 0,076	s − 0,298	s + 0,061				− 7,345		+ 1 57,096
		− 99,468	+ 25,342	− 92,108				1 05 21,789		46 26,493
						m s 21 00,836				m s 44 27,211
		h m 22 00,3	h m 21 39,3	h m 20 54,8	38	20 59,748			38	28,804
	B	s + 0,076	s − 0,298	s + 0,061		− 2 04,485				+ 1 57,098
		− 99,464	+ 25,340	− 92,112		18 55,308				46 25,402
						m s 21 00,778				
		h m 22 04,0	h m 21 43,0	h m 20 58,5	24	20 59,695	24	h m s 1 05 28,272		
	W	s + 0,076	s − 0,293	s + 0,061		− 2 04,426		− 7,326		
		− 99,458	+ 25,337	− 92,117		18 55,269		1 05 20,946		
						m s 18 43,326				
		h m 23 07,2	h m 22 48,5		25	49,168				
	W	s + 0,062	s − 0,264			+ 6,076				
		+ 18,957	+ 13,207			18 55,244				

Datum 1876	Zeichengebende Station	Epoche W p u	Epoche B p' u'	Epoche G p'' u''	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-B für B und für M $(p+u)-(p'+u')$ $l_{wb} \pm s_{wb}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. W-G $(p+u)-(p''+u'')$ $l_{wg} \pm s_{wg}$	Zahl der Signale	Uhrdiff. B-G für B und für M $(p'+u')-(p''+u'')$ $l_{bg} \pm s_{bg}$
September 11.	G	h m 23 32,8 s + 0,092 + 29,455	h m 23 14,4 s − 0,300 + 10,490	h m 22 27,7 s − 0,014 + 14,827			58	h m s 1 05 06,693 + 14,734 1 05 21,427	58	m s 46 44,812 30,626 − 4,623 46 26,003
	B	h m 23 36,1 s + 0,092 + 29,461	h m 23 17,7 s − 0,300 + 10 489	h m 22 31,0 s − 0,014 + 14,828	50	m s 18 22,368 36,064 + 19,364 18 55,428			50	m s 46 44,005 30,304 − 4,625 46 25,679
	W	h m 23 39,7 s + 0,092 + 29,467	h m 23 21,8 s − 0,300 + 10,488	h m 22 34,6 s − 0,014 + 14,828	60	m s 18 22,291 36,009 + 19,371 18 55,380	60	h m s 1 05 06 321 + 14,745 1 05 21,066		
September 22.	W	h m 0 22,1 s + 0,076 + 65,069	h m 0 00,8 s − 0,315 + 9,634		28	m s 21 18,060 17 59,557 + 55,826 18 55,383				
	B	h m 0 23,1 s + 0,076 65,073	h m 0 01,8 s − 0,315 + 9,634		23	m s 21 18,123 17 59,626 + 55,830 18 55,456				
	B	h m 0 24,9 s + 0,076 + 65,079	h m 0 03,6 s − 0,314 + 9,633		24	m s 21 18,098 17 59,613 + 55,836 18 55,449				

Zusammenstellung der erhaltenen Längendifferenzen.

I. Wien-Bogenhausen.

Datum 1876	Beobachter	Längen-Differenz	Strom-zeit	Gewichte W	Gewichte B	Schluss-fehler Δ	Verbesserte Längen-differenz	Ge-wicht	Abweich-ung vom Mittel v
		m s	s			s	m s		s
14. Juli	KO	18 54,962	0,0215	10,3	7,8	—	18 54,962	4,4	—0,041
17. „	„	54,927	0,040	15,2	12,5	+0,114	54,889	6,9	—0,114
21. „	„	55,0385	0,0295	13,9	12,6	+0,020	55,032	6,6	+0,029
22. „	„	55,076	0,026	15,1	10,5	+0,001	55,076	6,2	+0,073
26. „	„	55,0165	0,0335	13,5	10,5	—0,010	55,020	5,9	+0,017
30. „	„	55,103	0,024	11,8	10,2	—	55,103	5,5	+0,100
31. „	„	55,101	0,0415	10,0	10,3	—	55,101	5,1	+0,098
5. Aug.	„	54,939	0,019	12,4	10,0	+0,084	54,911	5,5	—0,092
7. „	„	54,942	0,015	12,6	12,3	—0,075	54,967	6,2	—0,036
		m s	s			s	m s		s
17. Aug.	NO	18 55,2885	0,0195	14,4	10,2	—0,1315	18 55,332	6,0	+0,014
4. Sept.	„	55,266	0,0183	5,4	7,6	—	55,266	3,2	—0,052
5. „	„	55,2235	0,0205	7,7	14,9	—0,0015	55,224	5,1	—0,094
11. „	„	55,404	0,024	7,6	9,8	—0,0015	55,404	4,3	+0,086
22. „	„	55,420	0,032	5,3	9,9	—	55,420	3,5	+0,102
25. „	„	55,269	0,0255	4,8	11,4	—	55,269	3,4	—0,049

II. Bogenhausen-Greenwich.

Datum 1876	Beobachter	Längen-Differenz	Strom-zeit	Gewichte B	Gewichte G	Schluss-fehler Δ	Verbesserte Längen-differenz	Ge-wicht	Abweich-ung vom Mittel v
		m s	s			s	m s		s
14. Juli	ON	46 26,063	—	7,8	9,6	—	46 26,063	4,3	+0,223
17. „	„	26,0035	0,1295	12,5	7,6	+0,114	25,9655	4,7	+0,126
21. „	„	25,7885	0,1765	12,6	10,0	+0,020	25,782	5,8	—0,058
22. „	„	25,699	0,159	10,5	3,7	+0,001	25,699	2,7	—0,141
26. „	„	25,7075	0,2015	10,5	8,0	—0,010	25,711	4,5	—0,129
5. Aug.	„	25,756	0,304	10,0	11,2	+0,084	25,728	5,3	—0,112
7. „	„	25,869	0,360	12,3	13,9	—0,075	25,894	6,5	+0,054
		m s	s			s	m s		
17. Aug.	OK	46 25,9475	0,5455	10,2	11,4	—0,1315	46 25,991	5,4	+0,028
5. Sept.	„	26,032	0,208	14,9	11,5	—0,0015	26,0325	6,5	+0,070
11. „	„	25,841	0,162	9,8	9,9	—0,0015	25,8415	4,9	—0,121

Vereinigt man nun die einzelnen Tagesresultate unter Rücksichtnahme auf deren Gewichte zu Mittelwerthen, so erhält man für die von Pfeiler zu Pfeiler gerechneten Längendifferenzen:

Für Wien-Bogenhausen (Erste Periode, Beobachter KO):
$18^m\ 55{,}^s003$; (m. F. $\pm$ 0,^{s}027)
(Zweite Periode, Beobachter NO):
$18^m\ 55{,}^s318$; (m. F. $\pm$ 0,^{s}032).

Für Bogenhausen-Greenwich (Erste Periode, Beobachter ON):
$46^m\ 25{,}^s840$; (m. F. $\pm$ 0,^{s}051)
(Zweite Periode, Beobachter OK):
$46^m\ 25{,}^s963$ (m. F. $\pm$ 0,^{s}057).

An vorstehenden Resultaten sind nun noch die Correctionen wegen der Personaldifferenz der Beobachter, sowie die Reductionen auf die Referenzpunkte der treffenden Stationen anzubringen. Zur Ermittelung der persönlichen Gleichungen wurden sowohl vor Beginn der Operationen auf den einzelnen Stationen, — gegen Ende des Monats Juni 1876, — als auch nach dem Abschlusse derselben, — in den ersten Tagen des Monats October 1876, — in dem Gradmessungs-Observatorium auf der Türkenschanze zu Wien gemeinschaftliche Beobachtungen ausgeführt; an den Beobachtungen im Juni betheiligten sich ausser den beiden österreichischen Beobachtern, — den Herren Oberlieutenant Nahlik und Dr. Kühnert, — sowie dem bayerischen Beobachter, Oberst von Orff, noch Herr Dr. Becker, damals Assistent an der Sternwarte Berlin, welcher gleichzeitig mit der Operation Wien-Bogenhausen-Greenwich die Bestimmung der Längenunterschiede Wien-Berlin und Berlin-Greenwich ausgeführt und über diese letztere Operation in einer eigenen Publication unter dem Titel „Bestimmung des Zeitunterschiedes zwischen dem Meridian von Berlin und den Meridianen von Greenwich und von Wien" (Berlin 1881) Bericht erstattet hat; an den Beobachtungen im October waren dagegen nur die erstgenannten Beobachter betheiligt, während die Vergleichung zwischen den österreichischen Beobachtern und Herrn Dr. Becker im Laufe des Monats November 1876 bewerkstelligt wurden. Die Beobachtungen wurden in der allgemein üblichen Weise ausgeführt, indem der eine der treffenden beiden Beobachter den Durchgang eines Sternes durch die ersten sechs Fäden, der andere aber die Durchgänge an den letzten sechs Fäden chronographisch markirte, während bei dem nächsten Sterne die Reihenfolge der Beobachter gewechselt wurde. Die nachstehende Tabelle enthält die Ergebnisse dieser Beobachtungen und zwar finden sich bezw. in der 3. und 9. Spalte die Namen der treffenden Beobachter (Becker (B), Kühnert (K), Nahlik (N) und Orff (O)), sowie die Bezeichnung des Instrumentes Repsold I oder II (R I oder R II) und Troughton und Simms II (TS II), in der 5. und 11. Columne die Mittelwerthe der einzelnen Beobachtungssätze sowie unmittelbar darunter, in Klammern, die zugehörigen mittleren Fehler, dann in der 6. und 12. Rubrik die Abweichungen der einzelnen Ergebnisse von dem treffenden Satzmittel. —

Beobachtungen zur Ermittelung der Personalgleichungen.

Lage: Ost

Datum 1876	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
			s	s	s
Juni 22.	5129 B. A. C.	O—K	+0,01	+0,132	−0,12
	α Coronae	T. S. II	+0,27	(±0,066)	+0,14
	41 Librae		−0,12		−0,25
	4 Librae		+0,26		+0,13
	α Serpentis		+0,11		−0,02
	κ Serpentis		+0,26		+0,13
	ρ Bootis	B—K	+0,22	+0,242	−0,02
	i Librae	T. S. II	+0,29	(±0,015)	+0,05
	26 Librae		+0,24		0,00
	4 Serpentis		+0,21		−0,03
	6 Serpentis		+0,28		+0,04
	ε Librae		+0,21		−0,03
	η Herculis	B—O	−0,08	+0,106	−0,19
	32 Herculis	T. S. II	+0,40	(±0,052)	+0,29
	5579 B. A. C.		+0,23		+0,12
	ζ Herculis		+0,04		−0,07
	20 Ophiuchi		+0,08		−0,03
	49 Herculis		+0,04		−0,07
	κ Ophiuchi		+0,09		−0,02
	30 Ophiuchi		+0,05		−0,06
	4941 B. A. C.	O—N	+0,32	+0,282	+0,04
	c Bootis	R. I	+0,55	(±0,070)	+0,27
	ι' Librae		+0,27		−0,01
	26 Librae		+0,31		+0,03
	6 Serpentis		+0,02		−0,26
	ε Librae		+0,22		−0,06
	α Coronae	B—N	+0,24	+0,328	−0,09
	κ Librae	R. I	+0,36	(±0,051)	+0,03
	α Serpentis		+0,57		+0,24
	β Serpentis		+0,24		−0,09
	μ Serpentis		+0,28		−0,05
	41 Librae		+0,28		−0,05
	ω Herculis	K—N	+0,05	+0,045	0,00
	α Scorpii	R. I	+0,04	(±0,017)	−0,01
	φ Ophiuchi		+0,09		+0,04
	η Herculis		+0,02		−0,03
	32 Herculis		−0,07		−0,12
	5579 B. A. C.		+0,01		−0,04
	ζ Herculis		+0,13		+0,08
	20 Ophiuchi		+0,06		+0,01
	49 Herculis		+0,05		0,00
	κ Ophiuchi		−0,01		−0,06
	30 Ophiuchi		+0,12		+0,07

Lage: West

Datum 1876	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
			s	s	s
Juni 22.	μ Serpentis	O—K	+0,30	+0,274	+0,03
	λ Librae	T. S. II	+0,25	(±0,033)	−0,02
	40 Serpentis		+0,37		+0,10
	γ Serpentis		+0,37		+0,10
	δ Serpentis		+0,19		−0,08
	ν Herculis		+0,14		−0,13
	β Serpentis		+0,30		+0,03
	π Bootis	B—K	+0,08	+0,221	−0,14
	μ Virginis	T. S. II	+0,22	(±0,038)	0,00
	ε² Bootis		+0,28		+0,06
	α² Librae		+0,23		+0,01
	ζ¹ Librae		+0,26		+0,04
	ζ² Librae		+0,11		−0,11
	4941 B. A. C.		+0,37		+0,15
	χ Scorpii	B—O	+0,07	+0,017	+0,05
	18 Scorpii	T. S. II	−0,26	(±0,059)	−0,28
	ε Ophiuchi		+0,15		+0,13
	5452 B. A. C.		−0,02		−0,04
	γ Herculis		−0,09		−0,11
	ω Herculis		+0,08		+0,06
	α Scorpii		+0,19		+0,17
	π Bootis	O—N	+0,11	+0,217	−0,11
	μ Virginis	R. I	+0,38	(±0,055)	+0,16
	ε² Bootis		+0,05		−0,16
	α² Librae		+0,44		+0,22
	ξ¹ Librae		+0,11		−0,11
	ξ² Librae		+0,24		+0,02
	18 Librae		+0,19		−0,03
	λ Librae	B—N	+0,15	+0,236	−0,09
	40 Serpentis	R. I	+0,25	(±0,035)	+0,01
	γ Serpentis		+0,28		+0,04
	δ Scorpii		+0,20		−0,04
	r Herculis		+0,16		−0,08
	β Scorpii		+0,38		+0,14
	c² Scorpii	K—N	+0,12	+0,090	+0,03
	χ Scorpii	R. I	+0,08	(±0,054)	−0,01
	18 Scorpii		−0,05		−0,14
	ε Ophiuchi		−0,01		−0,10
	5452 B. A. C.		+0,07		−0,02
	γ Herculis		+0,33		+0,24

Lage: Ost

Datum 1876	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
			s	s	s
Juni 26.	5962 B. A. C.	O—K	+0,29	+0,173	+0,12
	61 Ophiuchi	R. I.	+0,29	(± 0,034)	+0,12
	μ Herculis		+0,09		−0,08
	ν Ophiuchi		+0,09		−0,08
	67 Ophiuchi		+0,16		−0,01
	96 Herculis		+0,20		+0,03
	6124 B. A. C.		+0,09		−0,08
	h Aquilae	B—K	+0,12	+0,166	−0,05
	6586 B. A. C.	R. I.	+0,36	(± 0,038)	+0,19
	i Lyrae		+0,13		−0,04
	20 Aquilae		+0,12		−0,05
	ψ Sagittarii		+0,15		−0,02
	d Sagittarii		+0,15		−0,02
	υ Sagittarii		+0,13		−0,04
	δ Aquilae	B—O	+0,04	+0,020	+0,02
	α Vulpeculae	R. I.	+0,14	(± 0,035)	+0,12
	β Cygni		−0,03		−0,05
	μ Aquilae		+0,07		+0,05
	t Aquilae		−0,11		−0,13
	σ Aquilae		+0,01		−0,01
Juni 28.	χ Scorpii	O—N	+0,23	+0,278	−0,05
	ε Ophiuchi	T. S. II	+0,30	(± 0,035)	+0,02
	5452 B. A. C.		+0,28		0,00
	γ Herculis		+0,14		−0,14
	ω Herculis		+0,38		+0,10
	φ Ophiuchi		+0,34		+0,06
	α^2 Librae	O—K	+0,20	+0,175	+0,02
	110 Virginis	T. S. II	+0,20	(± 0,035)	+0,02
	ν' Librae		+0,22		+0,04
	ι Bootis		+0,01		−0,17
	i Librae		+0,17		−0,01
	4 Serpentis		+0,25		+0,07
	5962 B. A. C.	K—N	+0,23	+0,103	+0,13
	ν Ophiuchi	T. S. II	+0,07	(± 0,026)	−0,03
	67 Ophiuchi		+0,07		−0,03
	72 Ophiuchi		+0,11		+0,01
	101 Herculis		+0,07		−0,03
	μ Sagittarii		+0,07		−0,03
	λ Librae	B—K	+0,31	+0,213	+0,10
	γ Serpentis	R. I.	+0,25	(± 0,025)	+0,04
	δ Scorpii		+0,13		−0,08
	r Herculis		+0,16		−0,05
	β Scorpii		+0,15		−0,06
	ω^2 Scorpii		+0,25		+0,04
	χ Scorpii		+0,24		+0,03
	α^2 Librae	B—N	+0,44	+0,277	+0,16
	ζ^2 Librae	R. I.	+0,28	(± 0,041)	0,00
	110 Virginis		+0,26		−0,02

Lage: West

Datum 1876	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
			s	s	s
Juni 26.	101 Herculis	O—K	+0,21	+0,171	+0,04
	μ Sagittarii	R. I.	+0,16	(± 0,022)	−0,01
	η Serpentis		+0,24		+0,07
	λ Sagittarii		+0,06		−0,11
	6294 B. A. C.		+0,21		+0,04
	24 Sagittarii		+0,16		−0,01
	1 Aquilae		+0,16		−0,01
	2 Aquilae	B—K	+0,21	+0,260	−0,05
	φ Sagittarii	R. I.	+0,17	(± 0,027)	−0,09
	6 Aquilae		+0,20		−0,06
	112 Herculis		+0,30		+0,04
	ϑ_1 Serpentis		+0,31		+0,05
	ϑ_2 Serpentis		+0,37		+0,11
	ε Aquilae		+0,26		0,00
	ψ Aquilae	B—O	−0,09	−0,022	−0,07
	π Aquilae	R. I.	−0,05	(± 0,028)	−0,03
	α Aquilae		+0,12		+0,14
	56 Aquilae		0,00		+0,02
	β Aquilae		+0,06		+0,08
	γ Sagittae		−0,08		−0,01
	63 Sagittarii		−0,11		−0,09
	τ Aquilae		−0,08		−0,06
Juni 28.	λ Librae	O—N	+0,20	+0,296	−0,10
	γ Serpentis	T. S. II	+0,32	(± 0,030)	+0,02
	δ Scorpii		+0,39		+0,09
	r Herculis		+0,25		0,05
	β Scorpii		+0,36		+0,06
	ω^2 Serpentis		+0,26		·0,04
	5129 B. A. C.	O—K	+0,28	+0,190	+0,09
	α Coronae	T. S. II	+0,19	(± 0,049)	0,00
	χ Librae		+0,14		−0,05
	α Serpentis		+0,37		+0,18
	β Serpentis		+0,03		−0,16
	μ Serpentis		+0,13		−0,06
	5579 B. A. C.	K—N	+0,23	+0,168	+0,06
	w Herculis	T. S. II	+0,12	(± 0,051)	−0,05
	5900 B. A. C.		+0,20		+0,03
	5910 B. A. C.		−0,06		−0,23
	λ Herculis		+0,23		+0,06
	α Ophiuchi		+0,29		+0,12
	s Ophiuchi	B—K	+0,39	+0,257	+0,13
	5452 B. A. C.	R. I.	+0,11	(± 0,042)	−0,15
	γ Herculis		+0,13		−0,13
	ω Herculis		+0,28		+0,02
	α Scorpii		+0,23		−0,03
	φ Ophiuchi		+0,27		+0,01
	μ Herculis		+0,39	+0,425	+0,13
	6 Serpentis	B—N	+0,42	(± 0,033)	−0,01
	ε Librae	R. I.	+0,47		+0,04
	ζ' Librae		+0,55		+0,12

Lage: Ost

Datum 1876	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
	60 Herculis	K—N	+0,10		+0,05
	5774 B. A. C.	R. I.	+0,15		+0,10
	5785 B. A. C.		+0,09		+0,04
	α Herculis		−0,06		−0,11
October 4.	68 Aquarii	O—N	+0,07	+0,209	−0,14
	τ² Aquarii	R. I.	+0,12	(± 0,022)	−0,09
	λ Aquarii		+0,21		0,00
	α Piscis austr.		+0,19		−0,02
	52 Pegasi		+0,07		−0,14
	82 Aquarii		+0,09		−0,12
	α Pegasi		+0,33		+0,12
	58 Pegasi		+0,26		+0,05
	60 Pegasi		+0,03		−0,18
	φ Aquarii		+0,06		−0,15
	γ Piscium		+0,25		+0,04
	96 Aquarii		+0,38		+0,17
	β Delphini		+0,31		+0,10
	α Delphini		+0,35		+0,14
	ε Aquarii		+0,31		+0,10
	γ Equulei		+0,22		+0,01
	ζ Cygni		+0,31		+0,10
	α Equulei		+0,24		+0,03
	β Aquilae		+0,21		0,00
	γ Sagittae		+0,19		−0,02
	θ Aquilae		+0,22		+0,01
	ε Delphini		+0,17		−0,04
October 5.	ε Delphini	O—N	+0,15	+0,272	−0,12
	β Delphini	R. I.	+0,30	(± 0,032)	+0,03
	α Delphini		+0,22		−0,05
	49 Cygni		+0,09		−0,18
	ψ Capricorni		+0,29		+0,02
	ε Aquarii		+0,31		+0,04
	15 Delphini		+0,36		+0,09
	μ Aquarii		+0,39		+0,12
	16 Delphini		+0,40		+0,13
	7297 B. A. C.		+0,21		−0,06
	π Aquarii	O—K	+0,14	+0,108	+0,03
	35 Pegasi	R. I.	+0,17	(± 0,025)	+0,06
	σ Aquarii		+0,07		−0,04
	κ Aquarii		−0,01		−0,12
	ζ Pegasi		+0,23		+0,12
	η Pegasi		+0,17		+0,06
	68 Aquarii		+0,12		+0,01
	τ² Aquarii		+0,11		0,00
	λ Aquarii		−0,02		−0,13
	α Pisc. austr.		+0,10		−0,01

Lage: West

Datum 1876	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
	b Ophiuchi	K—N	+0,12		+0,03
	5900 B. A. C.	R. I.	−0,01		−0,10
	5910 B. A. C.		+0,11		+0,02
	λ Herculis		+0,01		−0,08
	α Ophiuchi		+0,05		−0,04
October 4.	δ Capricorni	O—N	+0,33	+0,235	+0,10
	14 Pegasi	R. I.	+0,29	(± 0,019)	+0,06
	16 Pegasi		+0,23		0,00
	18 Pegasi		+0,24		+0,01
	α Aquarii		+0,19		−0,04
	41 Aquarii		−0,01		−0,24
	θ Aquarii		+0,31		+0,08
	45 Aquarii		+0,26		+0,03
	30 Pegasi		+0,28		+0,05
	π Aquarii		+0,17		−0,06
	35 Pegasi		+0,13		−0,10
	σ Aquarii		+0,30		+0,07
	η Aquarii		+0,29		+0,06
	κ Aquarii		+0,08		−0,15
	ε Piscium		+0,19		−0,04
	1 Pegasi		+0,27		+0,04
	70 Cygni		+0,23		0,00
	2 Pegasi		+0,25		+0,02
	ε Capricorni		+0,35		+0,12
	d Aquarii		+0,33		+0,10
	ε Pegasi		+0,28		0,00
October 5.	γ Equulei	O—N	+0,34	+0,124	+0,22
	ζ Cygni	R. I.	+0,14	(± 0,055)	+0,02
	α Equulei		+0,31		+0,19
	15 Aquarii		+0,18		+0,06
	1 Pegasi		+0,25		+0,13
	19 Aquarii		+0,08		−0,04
	69 Cygni		−0,25		−0,37
	ε Pegasi		−0,03		−0,15
	37 Capricorni		+0,15		+0,03
	ε Capricorni		+0,07		−0,05
	d Aquarii	O—K	−0,11	+0,054	−0,16
	κ Capricorni	R. I.	+0,07	(± 0,045)	+0,02
	ε Pegasi		+0,12		+0,07
	δ Capricorni		−0,20		−0,25
	16 Pegasi		+0,20		+0,15
	7650 B. A. C.		+0,16		+0,11
	ι Pegasi		+0,19		+0,14
	θ Pegasi		−0,05		−0,10
	θ Aquarii		+0,18		+0,13
	45 Aquarii		−0,02		−0,07

Datum 1876	Lage: Ost — Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ	Datum 1876	Lage: West — Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
			s	s	s				s	s	s
October 12.	τ Aquilae	K—N	+0,14	+0,133	+0,01	October 12.	μ Aquarii	K—N	+0,27	+0,170	+0,10
	17 Vulpeculae	R. I.	+0,16	(± 0,013)	+0,03		20 Capricorni	R. I.	+0,01	(± 0,031)	−0,16
	Θ Aquilae		+0,10		−0,03		7297 B. A. C.		+0,24		+0,07
	20 Vulpeculae		+0,18		+0,05		Θ Capricorni		+0,12		−0,05
	ρ Aquilae		+0,09		−0,04		61¹ Cygni		+0,36		+0,19
	α² Capricorni		+0,13		0,00		61² Cygni		+0,23		+0,06
	β Capricorni		+0,20		+0,07		γ Equulei		+0,09		−0,08
	23 Hevelii		+0,10		−0,03		ζ Cygni		+0,22		+0,05
	π Capricorni		+0,16		+0,03		α Equulei		+0,10		−0,07
	69 Aquilae		+0,07		−0,06		15 Aquarii		+0,17		0,00
							16 Aquarii		+0,06		−0,11
October 30.	71 Pegasi	B—K	+0,06	+0,084	−0,02	October 30.	58 Pegasi	B—K	+0,15	+0,128	+0,02
	λ Piscium	R. II	+0,04	(± 0,021)	−0,04		γ Piscium	R. II	+0,19	(± 0,027)	+0,06
	19 Piscium		+0,14		+0,06		96 Aquarii		+0,03		−0,10
	21 Piscium		+0,05		−0,03		8152 B. A. C.		+0,13		0,00
	φ Pegasi		+0,13		+0,05		ν Pegasi		+0,14		+0,01
	ω Piscium	B—N	+0,38	+0,332	+0,05						
	29 Piscium	R. II	+0,20	(± 0,032)	−0,13						
	8374 B. A. C.		+0,45		+0,12						
	α Andromedae		+0,36		+0,03						
	17 B. A. C.		+0,22		−0,11						
	γ Pegasi		+0,25		−0,08						
	35 Piscium		+0,24		−0,09						
	d Piscium		+0,37		+0,04						
	46 Piscium		+0,50		+0,17						
	12 Ceti		+0,35		+0,02						
	13 Ceti	K—N	+0,29	+0,216	+0,07						
	15 Ceti	R. II	+0,12	(± 0,021)	−0,10						
	174 B. A. C.		+0,12		−0,10						
	58 Piscium		+0,26		+0,04						
	64 Piscium		+0,20		−0,02						
	20 Ceti		+0,20		−0,02						
	257 B. A. C.		+0,27		+0,05						
	φ Ceti		+0,19		−0,03						
	ε Piscium		+0,20		−0,02						
	72 Piscium		+0,31		+0,09						
November 1.	994 B. A. C.	B—K	+0,10	+0,168	−0,07	November 1.	904 B. A. C.	B—K	+0,06	+0,090	−0,03
	1013 „	R. II	+0,19	(± 0,024)	+0,02		921 „	R. II	+0,33	(± 0,063)	+0,24
	1022 „		+0,14		−0,03		959 „		0,00		−0,09
	1040 „		+0,17		0,00		966 „		−0,02		−0,11
	1057 „		+0,24		+0,07		981 „		+0,08		−0,01
	1068 „	B—N	+0,22	+0,280	−0,06		1138 „	B—N	+0,10	+0,262	−0,16
	1084 „	R. II	+0,31	(± 0,045)	+0,03		1161 „	R. II	+0,22	(± 0,052)	−0,04
	1100 „		+0,33		+0,05		1174 „		+0,32		+0,06
	1112 „		+0,40		+0,12		1216 „		+0,26		0,00
	1124 „		+0,14		−0,14		1228 „		+0,41		+0,15

Datum 1876	Lage: Ost					Datum 1876	Lage: West				
	Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ		Stern	Beobachter und Instrument	Personal-differenz	Mittel	Δ
			s	s	s				s	s	s
	1326 B. A. C.	K—N	+0,17	+0,086	+0,08		1241 B. A. C.	K—N	−0,02	+0,108	−0,13
	1341 „	R. II	0,00	(± 0,047)	−0,09		1251 „	R. II	+0,18	(± 0,048)	+0,07
	1356 „		+0,20		+0,11		1265 „		+0,04		−0,07
	1369 „		−0,04		−0,13		1279 „		+0,25		+0,14
	1381 „		+0,10		+0,01		1290 „		+0,09		−0,02
November 12.	872 B. A. C.	B—K	+0,24	+0,168	+0,07	November 12.	760 B. A. C.	B—K	+0,21	+0,156	+0,05
	881 „	R. II	+0,14	(± 0,031)	−0,03		772 „	R. II	+0,21	(± 0,026)	+0,05
	904 „		+0,14		−0,03		794 „		+0,13		−0,03
	921 „		+0,08		−0,09		831 „		+0,16		0,00
	946 „		+0,24		+0,07		845 „		+0,07		−0,09
	Anonyma	B—N	+0,37	+0,498	−0,13		1040 „	B—N	+0,59	+0,464	+0,13
	966 B. A. C.	R. II	+0,51	(± 0,070)	+0,01		1057 „	R. II	+0,52	(± 0,056)	+0,06
	981 „		+0,36		−0,14		1068 „		+0,32		−0,14
	1013 „		+0,75		+0,25		1084 „		+0,34		−0,12
	1022 „		+0,50		0,00		1100 „		+0,55		+0,09
	1202 „	K—N	+0,22	+0,142	+0,08		1112 „	K—N	+0,16	+0,136	+0,02
	1216 „	R. II	+0,12	(± 0,027)	−0,02		1124 „	R. II	+0,40	(± 0,075)	+0,26
	1228 „		+0,17		+0,03		1138 „		+0,09		−0,05
	1241 „		+0,06		−0,08		1161 „		+0,09		−0,05
	1251 „		+0,14		0,00		1174 „		−0,06		−0,20

Zur bessern Uebersicht wurden nachfolgend die aus den Resultaten für Lage O und W erhaltenen Mittel tagweise gruppirt.

Zusammenstellung der Tagesmittel.

Datum 1876	B—K	Zahl d. beob. Sterne	B—N	Zahl d. beob. Sterne	B—O	Zahl d. beob. Sterne	K—N	Zahl d. beob. Sterne	O—K	Zahl d. beob. Sterne	O—N	Zahl d. beob. Sterne
	s		s		s		s		s		s	
22. Juni	+0,231	13	+0,282	12	+0,061	15	+0,067	17	+0,203	13	+0,249	13
23. „	+0,194	16	+0,215	9	—	—	—	—	+0,222	6	+0,205	14
26. „	+0,208	14	+0,285	13	−0,001	14	+0,022	13	+0,172	14	+0,277	12
28. „	+0,235	14	+0,351	17	+0,063	14	+0,135	12	+0,182	12	+0,287	12
29. „	+0,234	15	+0,362	14	+0,074	16	+0,069	13	+0,095	12	+0,205	12
Mittel	+0,220		+0,299		+0,049		+0,073		+0,175		+0,245	
4. October	—		—		—		—		—		+0,222	43
5. „	—		—		—		+0,170	20	+0,081	20	+0,198	20
6. „	—		—		—		+0,132	40	+0,107	40	—	
12. „	—		—		—		+0,151	21	—		—	
30. „	+0,106	10	+0,332	10	—		+0,216	10	—		—	
1. Novbr.	+0,129	10	+0,271	10	—		+0,094	10	—		—	
12. „	+0,162	10	+0,481	10	—		+0,139	10	—		—	
Mittel	+0,132		+0,361		—		+0,150		+0,094		+0,210	

Der Anblick dieser Zusammenstellung zeigt, dass sich die persönlichen Gleichungen der sämmtlichen Beobachter, — mit Ausnahme etwa der Differenz (O—N), — zwischen den beiden Bestimmungen derselben nicht unerheblich geändert haben; ganz besonders gilt dies aber von der Differenz (K—N), welche im Juni sich zu + 0,ˢ073, nach dem Schlusse der Beobachtungen auf den Stationen aber zu + 0,ˢ150 ergab, während dieselbe nach einer Mittheilung des K. K. österreichischen Gradmessungs-Büreau's aus dem Beobachterwechsel zwischen Wien und Greenwich zu + 0,ˢ221 hervorging. Eliminirt man unter der Annahme, dass O, — der Beobachter in Bogenhausen, — während der eigentlichen Längenbestimmung seine absolute persönliche Gleichung nicht geändert habe, die Station Bogenhausen, indem man Wien-Bogenhausen (Beobachter K und O) und Bogenhausen-Greenwich (Beobachter O und K) addirt, so ergibt sich aus den Beobachtungen des Herrn Dr. Kühnert

Längenunterschied Wien-Greenwich $= 1^h\,05^m\,20,^s966$

Verfährt man in analoger Weise mit den von den Beobachtern N und O erhaltenen Resultaten, so erhält man:

Längenunterschied Wien-Greenwich $= 1^h\,05^m\,21,^s158$

Führt man unter der Annahme, dass Herr Dr. Becker seine absolute persönliche Gleichung nicht geändert habe, die Elimination der Station Berlin aus, so ergibt sich nach der oben erwähnten Publication Dr. Becker's für die Beobachtungen des Herrn Dr. Kühnert:

Längenunterschied	Wien-Berlin	(pag. 93):	=	$11^m\,46,^s414$
„	Berlin-Greenwich	(pag. 85):	=	$53^m\,34,^s449$, daher
„	Wien-Greenwich		=	$1^h\,05^m\,20,^s863$

Für die Beobachtungen des Herrn Oberlieutenants Nahlik erhält man dagegen:

Längenunterschied	Wien-Berlin	(pag. 93):	=	$11^m\,46,^s638$
„	Berlin-Greenwich	(pag. 85):	=	$53^m\,34,^s381$, daher
„	Wien-Greenwich		=	$1^h\,05^m\,21,^s019$

Die Publication des Herrn Dr. Becker bietet ferner Gelegenheit, auch den Längenunterschied zwischen Berlin und Bogenhausen an jenen Abenden zu ermitteln, an welchen diese beiden Stationen wenigstens mit einer der beiden Stationen Wien oder Greenwich Signalwechsel zu Stande gebracht haben. Subtrahirt man von den in der treffenden Zusammenstellung für Wien-Bogenhausen vorgetragenen Resultaten die von Dr. Becker auf pag. 92 seiner Schrift enthaltenen Tagesresultate für den Längenunterschied Wien-Berlin, so erhält man die Längendifferenz Berlin-Bogenhausen unabhängig von den Zeitbestimmungen der Wiener Beobachter. Wird dagegen der Längenunterschied Bogenhausen-Greenwich von den zugehörigen Werthen der Längendifferenz Berlin-Greenwich (pag. 84 und 85 der Becker'schen Publication) subtrahirt, so ergibt sich wieder die Längendifferenz Berlin-Bogenhausen und zwar dieses Mal unabhängig von den Beobachtungen auf der Station Greenwich. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse dieser Combinationen; für die Zutheilung der Gewichte wurde ausschliesslich die Zahl der in jeder der beiden Stationen Berlin (Be) und Bogenhausen (Bo) an dem treffenden Abende beobachteten Zeitsterne als massgebend betrachtet; um ferner die Ueberlegenheit der Berliner Beobachtungen, welche in der grösseren Präcision der Markirung des einzelnen Fadenantritts, in der etwas grösseren Zahl der Fäden des Fadennetzes, in der ungleich schärferen Bestimmung der Instrument-Correctionen am grossen Meridiankreise der Berliner Sternwarte, sowie in der grösseren Sicherheit und Uebung des Herrn Dr. Becker begründet ist, zum Ausdrucke zu bringen, wurde angenommen: Gewicht der Zeitbestimmung eines Abendes

für Bogenhausen (Bo) $= \frac{1}{10}$ der Anzahl der beobachteten Zeitsterne,

für Berlin (Be) $= \frac{8}{10}$ der Anzahl der daselbst beobachteten Zeitsterne.

Das Gewicht des in das Gesammtmittel eintretenden Tagesresultates ergibt sich hiernach $= \frac{Be \cdot Bo}{Be - Bo}$. —

Längendifferenz Berlin-Bogenhausen.

Datum 1876	Beobachter	Längendifferenz über Wien	Längendifferenz über Greenwich	Gewichte Be	Gewichte Bo	Gewicht des Tagesmittels	Abweichung vom allgemeinen Mittel	
		m s	m s				s	s
17. Juli	BO	—	7 08.459	3.9	3.5	1.8	—	−0.145
21. „	„	7 08.627	08.573	5.4	3.6	2.2	−0.007	−0.031
22. „	„	08.599	08.654	6.3	3.5	2.3	−0.035	+0.050
26. „	„	—	08.727	6.3	3.4	2.2	—	+0.123
30. „	„	08.636	—	7.5	3.1	2.2	+0.002	—
31. „	„	08.690	—	5.7	3.2	2.0	+0.056	—
7. August	„	08.562	08.420	2.4	3.3	1.4	−0.072	−0.184
17. „	„	08.676	—	5.7	3.0	2.0	+0.042	—
4. Septbr.	„	08.596	—	1.2	2.2	0.8	−0.038	—
11 „	„	08.675	08.710	6.9	2.6	1.9	+0.041	+0.106
22. „	„	08.646	—	3.0	2.7	1.4	+0.012	—

Es ergibt sich aus vorstehender Zusammenstellung:

Längendifferenz Berlin-Bogenhausen über Wien: 7ᵐ 08.ˢ634
„ „ „ über Greenwich: 7ᵐ 08.ˢ604

Der Anblick dieser Tabelle lehrt überdiess, dass an den Abenden des 21. und 22. Juli, des 7. August und 11. September, für welche dieser Längenunterschied auf doppelte Weise, — ein Mal über Wien und dann über Greenwich, — abgeleitet werden kann, die Maximaldifferenz der einzelnen Tagesresultate auf ersterem Wege nur 0.ˢ113, auf letzterem Wege dagegen 0.ˢ290 beträgt; es spricht sich in diesen Zahlen deutlich aus, dass die auf telegraphischem Wege erfolgte Uhrenvergleichung auf den einfachen Leitungen Wien-Bogenhausen und Wien-Berlin um Vieles sicherer bewerkstelligt werden konnte als auf den Strecken Bogenhausen-Greenwich und Berlin-Greenwich, auf welchen Translatoren und submarine Kabel in Verwendung treten mussten. Vereinigt man die Tagesresultate in zwei Gruppen, so ergibt sich Folgendes:

Berlin-Bogenhausen über Wien (21., 22., 30., 31. Juli) 7ᵐ 08.ˢ636
„ „ „ „ (7., 17. Aug., 4., 11., 22. Sept.) 7ᵐ 08.ˢ640
Berlin-Bogenhausen über Greenwich (17., 21., 22., 26. Juli) 7ᵐ 08.ˢ611
„ „ „ „ (7. Aug., 11. Sept.) 7ᵐ 08.ˢ587

Es ist demnach die persönliche Gleichung zwischen den Beobachtern Becker und Orff in beiden Perioden fast ganz unverändert geblieben. Die übrigen Personalgleichungen haben sich dagegen zwischen der ersten und zweiten Bestimmung der Gleichungen, — wie dieses bereits oben bemerkt wurde und auch aus der oben (pag. 582) gegebenen Zusammenstellung hervorgeht, — nicht unwesentlich geändert, so dass die Entscheidung der Frage, mit welchen Beträgen die persönlichen Gleichungen in die Rechnung eingestellt werden sollen, einige Verlegenheit bietet. Das K. K. Oesterreichische Gradmessungs-Büreau hat diese Frage in der Weise entschieden, dass es die einfachen Mittel aus den für jede der sechs Personalgleichungen erhaltenen Tageswerthe unter Zuerkennung gleicher Gewichte und unter Theilung der zweiten Gruppe in weitere zwei Abtheilungen (4., 5.,



6. und 12. October, dann 30. October, 1. und 12. November) einer einfachen Ausgleichung unterzogen hat. Diese Mittelwerthe (pag. 189 des IV. Bandes der „Astronomischen Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Büreau") sind:

$$B-K = +0{,}^s176;\ B-N = +0{,}^s330;\ B-O = +0{,}^s049;\ K-N = +0{,}^s125;$$
$$O-K = +0{,}^s134;\ O-N = +0{,}^s228.$$

Die Ausgleichung ergab dann:

$$B-K = +0{,}^s178;\ B-N = +0{,}^s292;\ B-O = +0{,}^s054;\ K-N = +0{,}^s114;$$
$$O-K = +0{,}^s124 \text{ und } O-N = +0{,}^s238.$$

Die grosse Differenz von 0,ˢ096 des beobachteten Werthes K—N gegenüber dem aus dem Wechsel der Beobachter K und N hervorgehenden Betrage von + 0,ˢ221 wird durch die Ausgleichung sogar noch etwas, nämlich auf 0,ˢ107 erhöht.

Die vorstehende Ausgleichung dürfte jedoch auf Grund thatsächlicher Verhältnisse noch nachstehende Modification erfahren. Als die Beobachtungen im Juni ausgeführt wurden, waren mir, — als dem Bogenhausener Beobachter, — die beiden Instrumente Troughton und Simms und Repsold vollkommen neu, d. h. ich hatte noch nie an diesen oder an Instrumenten von ähnlicher Construction und Grösse beobachtet; auch schien mir die Feldbeleuchtung damals ungenügend, welchem Uebelstande ich, nach Bogenhausen zurückgekommen, durch Anwendung einer etwas lichtstärkeren Lampe abgeholfen habe. Eine mangelhafte Erleuchtung der Fäden gestattet es aber nur in unvollkommener Weise die fortschreitende Annäherung des Sternes an einen Faden mit dem Auge zu verfolgen und veranlasst den Beobachter sich in der Markirung der Durchgangsmomente etwas zu verspäten. Bei den Beobachtungen im October war ich durch den vorhergehenden dreimonatlichen Gebrauch des Instrumentes vollkommen sicher und geübt in den Beobachtungen an demselben geworden und konnte mich so der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass die im October ermittelte Personalgleichung meiner Auffassung der Durchgänge in den während der eigentlichen Längenbestimmungs-Operationen ausgeführten Beobachtungen weit besser entspricht, als das im Juni erhaltene Resultat. Ich beschloss desshalb, diese letztere Bestimmung unberücksichtigt zu lassen und meine Ermittelung der Personalgleichungen ausschliesslich auf folgende Werthe zu gründen, wobei ich mich auf die oben (pag. 582) gegebene Zusammenstellung beziehe:

$$B-K = \tfrac{1}{2}(0{,}^s220 + 0{,}^s132) = +0{,}^s176$$
$$B-N = \tfrac{1}{2}(0{,}^s299 + 0{,}^s361) = +0{,}^s330$$
$$K-N = \tfrac{1}{2}(0{,}^s073 + 0{,}^s150) = +0{,}^s112$$
$$O-K = +0{,}^s094$$
$$O-N = +0{,}^s210$$

Bezeichnet man die Personaldifferenzen B—K, B—N, B—O bezw. mit x, y und z, so hat man die Fehlergleichungen

$$x - 0{,}176 = v_1;\ y - 0{,}330 = v_2;\ y-x - 0{,}112 = v_3;\ x-z - 0{,}094 = v_4 \text{ und}$$
$$y-z - 0{,}210 = v_5$$

sohin die Normalgleichungen:

$$3x-y-z - 0{,}158 = 0;\ 3y-x-z - 0{,}652 = 0;\ 2z-x-y + 0{,}304 = 0,$$

welche $x = +0{,}^s192$; $y = +0{,}^s315$; $z = +0{,}^s101$ und die restirenden Fehler

$$v_1 = +0{,}^s016;\ v_2 = -0{,}^s015;\ v_3 = +0{,}^s011;\ v_4 = -0{,}^s004;\ v_5 = +0{,}^s004$$

ergeben. Die bei der schliesslichen Feststellung der Längendifferenzen angewendeten Personalgleichungen sind sonach die folgenden:

B—K = + 0,ˢ192; B—N = + 0,ˢ315; B—O = + 0,ˢ101;
K—N = + 0,ˢ123; O—K = + 0,ˢ091; O—N = + 0,ˢ214.

Es ergibt sich mithin für die Längendifferenz Wien-Bogenhausen:

I. Periode (Beobachter Kühnert und Orff)	18^m 55,ˢ003
Personalgleichung	— 0,ˢ091
Längendifferenz	18^m 54,ˢ912
II. Periode (Beobachter Nahlik und Orff)	18^m 55,ˢ318
Personalgleichung	— 0,ˢ214
Längendifferenz	18^m 55,ˢ104

Bei der geringen Differenz der oben (pag. 574) angegebenen mittleren Fehler beider Bestimmungen und in Berücksichtigung der nicht zu beseitigenden Unsicherheit der persönlichen Gleichungen wird man beiden Resultaten gleiches Gewicht zuerkennen und erhält dann den Mittelwerth: 18^m 55,ˢ008

Hieraus folgt dann unter Anwendung der oben (pag. 539) angegebenen Centirungs-elemente:

Wien (östlicher Pfeiler des Gradmessungs-Observatoriums auf der Türkenschanze) östlich von Bogenhausen (Centrum des westlichen Thürmchens = trigonometrischer Punkt) der Sternwarte:

18^m 55,ˢ050

Für den Längenunterschied Bogenhausen-Greenwich hat man:

I. Periode (Beobachter Orff und Nahlik)	46^m 25,ˢ840
Personalgleichung	+ 0,ˢ214
Längendifferenz	46^m 26,ˢ054
II. Periode (Beobachter Orff und Kühnert)	46^m 25,ˢ963
Personalgleichung	+ 0,ˢ091
Längendifferenz	46^m 26,ˢ054

Zufällig treffen diese beiden Resultate bis auf die letzte Dezimale überein und es ergibt sich dann nach Anbringung der (pag. 539) mitgetheilten Centrirungselemente das Schlussresultat:

Bogenhausen (Centrum des westlichen Thürmchens = trigonometrischer Punkt der Sternwarte) östlich von Greenwich (Centrum des Transit Circle):

46^m 26,ˢ226

Combinirt man endlich die oben für die Längendifferenz Berlin-Bogenhausen gefundenen Werthe, indem man mit Rücksicht auf die überwiegend grössere Präcision der über Wien bewerkstelligten Uhrvergleichungen dem entsprechenden Resultate das dreifache Gewicht des über Greenwich erhaltenen beilegt, so ergibt sich für diese Längendifferenz der Werth: 7^m 08,ˢ631;

hiezu die Personalgleichung B—O = ... + 0,ˢ101
Reduction auf den trig. Punkt der Sternwarte Bogenhausen . . . + 0,ˢ027 und
Reduction vom Meridiankreis auf das Centrum der grossen Kuppel der Berliner Sternwarte . . . . + 0,ˢ034, sohin

Berlin Sternwarte (Centrum der grossen Kuppel) östlich von Bogenhausen Sternwarte (Centrum des westlichen Thürmchens = trig. Punkt)

7^m 08,ˢ793



Im IV. Bande der „Astronomischen Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Büreau“ (pag. 137) wird die Längendifferenz: Wien (Ostpfeiler) — Greenwich (Transit-Circle) zu $1^h\,05^m\,21,^s208$ angegeben; vergleicht man diese Angabe mit den obigen Resultaten:

Wien-Bogenhausen	=	$18^m\,55,^s050$
und Bogenhausen-Greenwich	=	$46^m\,26,^s226$, so ergibt sich für
Wien-Greenwich		$1^h\,05^m\,21,^s276$.

Es zeigt sich also ein Schlussfehler von $0,^s068$, welcher zu seinem grösseren Theile der Unsicherheit der persönlichen Gleichungen und wohl nur zum kleinern Theile den durch die Complication der telegraphischen Verbindung: Wien-Bogenhausen (Translator) — Paris (Translator) — Calais-Dover (submarine Leitung) — Greenwich veranlassten Unregelmässigkeiten zur Last fallen dürfte.

Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse verlieren die oben (pag. 574) und in der Publication des K. K. Gradmessungs-Büreau angegebenen mittleren Fehler ihre Bedeutung und es erscheint angemessen den Schlussfehler gleichheitlich auf diese drei Resultate zu vertheilen. Man erhält auf diese Weise:

Wien (Ostpfeiler) östlich von Greenwich (Transit-Circle)	$1^h\,05^m\,21,^s230$
Wien (Ostpfeiler) **östlich** von **Bogenhausen** (trigonometr. Punkt) .	**$18^m\,55,^s027$**
Bogenhausen (trig. Punkt) **östlich** von **Greenwich** (Transit-Circle)	**$46^m\,26,^s203$**

Schlussbemerkungen.

Für die Längendifferenz: Wien-Bogenhausen haben sich ausser dem im I. Theile der „Telegraphischen Längenbestimmungen für die Königliche Sternwarte zu Bogenhausen“ (pag. 24—62) erhaltenen Resultate im gegenwärtigen II. Theile gelegentlich der combinirten Operationen: Wien-Bogenhausen-Mailand, Wien-Bogenhausen-Strassburg und Wien-Bogenhausen-Greenwich noch drei weitere Bestimmungen ergeben. In diesen letzteren Operationen sind zwar zwischen je zweien der betheiligten Stationen Zeichenwechsel ausgeführt worden; die in solcher Weise erhaltenen Längenbestimmungen sind aber nicht unabhängig von einander, da in ihnen bei der Reduction der Zeichenwechsel die Zeitbestimmungen jeder Station doppelt eintreten. Würden bei diesen Signalwechseln die in der Functionirung der elektrischen Apparate sich geltend machenden kleinen Unregelmässigkeiten hinweg fallen, so würden alle Polygonsschlüsse sich exact erfüllen, wie gross auch immer die Zeitbestimmungsfehler auf den einzelnen Stationen sein mögen. Die bei den vorstehenden Operationen vorgenommenen Ausgleichungen der Polygons-Schluss-Fehler befreien also die Resultate bloss von den in den Zeichenwechseln steckenden kleinen Widersprüchen, geben jedoch keineswegs das Recht, diese gleichzeitig ausgeführten Längenbestimmungen als von einander unabhängige Operationen in die Ausgleichung des Netzes der europäischen Längenbestimmungen einzuführen. Es bieten sich sohin für die weitere Benützung der im gegenwärtigen II. Theile der „Telegraphischen Längenbestimmungen für die K. Sternwarte Bogenhausen“ vorgetragenen Resultate folgende zwei gleich entsprechende Wege: Entweder man betrachtet die Längenbestimmungen mit Mailand (4., 5., 6., 9., 11., 12., 13., 14., 15., 16. Mai 1875), mit Strassburg (21., 23., 25., 26., 27. August, 12., 15., 16., 17. und 18. September 1875), sowie mit Greenwich (14., 17., 21., 22., 26. Juli, 5., 7., 17. August, 5. und 11. September 1876) unter Ausgleichung der Polygons-Schluss-Fehler jedes einzelnen Abendes als selbstständige Operationen, wobei dann die Ergebnisse von sieben Abenden (24. August und 14. September 1875 sowie

30., 31. Juli, 4., 22. und 25. September 1876), an welchen nur zwischen Wien und Bogenhausen Signalwechsel ausgeführt wurden, als unabhängige Bestimmungen der Längendifferenz Wien-Bogenhausen übrig bleiben; — oder man vereinigt sämmtliche in dem gegenwärtigen II. Theil der Längenbestimmungen erhaltenen Resultate für den Längenunterschied Wien-Bogenhausen mit den im I. Theile hiefür mitgetheilten Ergebnissen und verzichtet dann auf die für Mailand, Strassburg und Greenwich gefundenen Bestimmungen. Ich habe diesen letzteren Weg eingeschlagen und erhalte dann nachstehende Zusammenstellung der Resultate für die Längendifferenz Wien- (Ostpfeiler) Bogenhausen (trig. Pkt.).

Zeit der Bestimmung	Zahl der Abende	Beobachter	Längendifferenz	m. F.
1874 Mai und Juni	8	Oppolzer	18^m 55,^{s}092	± 0,^{s}031
1874 October	4	Anton	55, 301	± 0, 059
1875 Mai	9	Oppolzer	55, 123	± 0, 020
1875 August u. Sept.	12	Steeb u. Schur	55, 125	± 0, 023
1876 Juli mit Sept.	15	Kühnert u. Nahlik	55, 027	± 0, 04

Unter der Bezeichnung „Beobachter“ sind hier nur die jeweiligen Wiener Beobachter aufgeführt, da der Beobachter in Bogenhausen (Orff) nicht gewechselt hat. Der mittlere Fehler der Operation vom Jahre 1876 wurde mit Rücksicht auf die der persönlichen Gleichung anhaftende Unsicherheit zu ± 0,^{s}04 angenommen. Nach diesen mittleren Fehlern wurden den einzelnen Bestimmungen beziehungsweise die Gewichte 18, 4, 36, 36 und 9 zugewiesen und es würde sich hiernach die Längendifferenz: Wien- (Ostpfeiler) Bogenhausen (trig. Pnnkt) zu:

18^m 55,^{s}117; m. F. ± 0,^{s}023

ergeben. Wollte man jedoch die Gewichte der einzelnen Operationen gleich der Anzahl der treffenden Beobachtungsabende annehmen, so würde sich dieser Längenunterschied zu:

18^m 55,^{s}103; m. F. ± 0,^{s}036

herausstellen. Die Reduction auf die grosse Kuppel der Wiener Sternwarte beträgt + 0,^{s}213. — Berücksichtigt man, dass die Bestimmung des Längenunterschiedes Wien-Bogenhausen auf den Resultaten von 48 Beobachtungsabenden beruht, dass auf der Station Wien sechs verschiedene Beobachter betheiligt waren, sowie dass hiebei auch verschiedene Instrumente, — bei den erstgenannten vier Operationen Passageninstrumente mit gebrochenen, bei der letzten Operation dagegen solche mit geraden Fernrohren, — zur Anwendung kamen, so wird man das Gesammtresultat wohl als ein sehr sicheres betrachten können. —

In das grosse Netz der europäischen Längenbestimmungen hätte sonach die Sternwarte Bogenhausen mit folgenden vier Resultaten einzutreten:

Längendifferenz: Wien (gr. Kuppel)-Bogenhausen (trig. Pkt.) = 18^m 55,^{s}330; w. F. ± 0,^{s}015
Prag (trig. Pkt. Dablitz) „ „ = 11^m 25,^{s}841; w. F. ± 0,^{s}017
Bogenhausen (trig. Pkt.)-Bregenz (trig. Pkt. Pfender) . . . . = 7^m 19,^{s}841; w. F. ± 0,^{s}019
Bogenhausen (trig. Pkt.) - Genf (Meridiankreis) . . . . = 21^m 49,^{s}385; w. F. ± 0,^{s}012

In Nr. 3202 der „Astronomischen Nachrichten“ hat Herr Professor van de Sande Bakhuyzen die Ergebnisse der von ihm durchgeführten Ausgleichung des Netzes der europäischen Längenbestimmungen mitgetheilt. Vergleicht man hiemit die Resultate der vorstehend angegebenen vier Längenbestimmungen, so entziffern sich für dieselben der Reihe nach die Correctionen: — 0,^{s}011, — 0,^{s}072, — 0,^{s}031 und — 0,^{s}020. —



Es ist nicht uninteressant zwei ältere, in dem ersten Viertel unseres Jahrhunderts erhaltene Resultate mit den Ergebnissen der vorstehend dargestellten Operationen zu vergleichen. In den Jahren 1820 und 1822 wurde nämlich von den Astronomen Littrow und Soldner der Längenunterschied zwischen den Sternwarten Wien und Bogenhausen unter Anwendung von Pulversignalen bestimmt, über welche Operationen sich in dem Werke „Die Bayerische Landesvermessung in ihrer wissenschaftlichen Grundlage“ (pag. 635 mit 659) ein ausführlicher Bericht vorfindet. Es findet sich dort (pag. 659) das Resultat:

Wien (Alte Sternwarte, Passagen-Instrument) östlich von Bogenhausen (trig. Pkt.): $= 19^m 05{,}^s88$ (1 Beobachtungsabend mit 10 Pulversignalen; 12. Juli 1820) und $19^m 05{,}^s25$ (3 Beobachtungsabende mit je 10 Pulversignalen; 19., 20. und 21. August 1822), — im Mittel also: $19^m 05{,}^s408$.

Nach Mittheilug des K. K. Gradmessungs-Büreau's befand sich das Passagen-Instrument der alten Wiener Sternwarte $10{,}^s517$ östlich von dem Ostpfeiler des Gradmessungs-Observatoriums auf der Türkenschanze, so dass die Operationen von 1820 und 1822 den Längenunterschied:

Wien (Ostpfeiler)-Bogenhausen (trig. Punkt) zu $18^m 54{,}^s891$, — sohin um $0{,}^s226$ kleiner ergeben, als das oben angeführte neuere Resultat.

Auch für den Längenunterschied Bogenhausen-Strassburg liegt ein aus den Jahren 1824 und 1825 stammendes Resultat vor, welches gelegentlich der damals geplanten Längengradmessung Brest-Czernowitz erhalten wurde; das oben citirte Werk über die Bayerische Landesvermessung (pag. 660—679) enthält eine ausführliche Darstellung desjenigen Theiles der Operation, welcher sich auf die Theilstrecke Bogenhausen-Strassburg bezieht, und gibt (pag. 678):

München (nördl. Frauenthurm) östlich von Strassburg (Münsterthurm): $15^m 17{,}^s576$

Da nun der trigonometrische Punkt der Sternwarte $8{,}^s047$ östlicher als der nördliche Frauenthurm von München, der Münsterthurm zu Strassburg aber um $4{,}^s51$ westlicher als der Villarceau'sche Pfeiler liegt, so hat man an diesem Resultate die Reduction $+ 3{,}^s54$ anzubringen, um dasselbe mit dem neueren Ergebnisse zu vergleichen. Die Operation der Jahre 1824 und 1825 ergibt sonach den Längenunterschied Bogenhausen (trig. Punkt) östlich von Strassburg (Villarceau-Pfeiler) zu: $15^m 21{,}^s12$, also um $0{,}^s30$ kleiner als die neuere, im Jahre 1875 ausgeführte Bestimmung, wobei zu bemerken kömmt, dass auch die im Jahre 1863 durch Le Verrier und Villarceau bewerkstelligte Längenbestimmung Strassburg-Paris den Meridian von Strassburg um $0{,}^s21$ westlicher legt. Die Ursache der Differenzen zwischen den älteren und neueren Resultaten dürfte zum Theile in der complicirten, nur durch Uebertragung bewerkstelligten Uhrenvergleichung mittelst der Pulversignale zu suchen sein; doch möchte auch dem Einflusse der unbekannten persönlichen Gleichungen, — welcher durch den Umstand, dass ein und derselbe Beobachter auf jeder Station sowohl die Sterndurchgänge als auch die Pulversignale beobachtete, keineswegs ganz eliminirt wird, — ein Antheil an den hervorgetretenen Differenzen beizumessen sein. —

Gewitterstudien

auf Grund von Ballonfahrten.

Von

Leonhard Sohncke.

Abschnitt I.

Der 19. Juni 1889.

§ 1. Einleitung.

Vor mehreren Jahren habe ich die Ansicht zu begründen gesucht, dass der Ursprung der Gewitter-Elektricität auf die in den höheren Luftschichten erfolgende Reibung von Eis- und Wassertheilchen zurückzuführen sei.[1]) Nach Ausweis von leicht anzustellenden Laboratoriumsversuchen ist nämlich solche Reibung thatsächlich eine ergiebige Elektricitätsquelle. Ich machte auf die dicht vor Gewittern fast regelmässig zu beobachtenden Cirruswolken als „Eisträger“ aufmerksam und verfolgte die aus Wassertröpfchen bestehenden im Aufsteigen begriffenen Cumuluswolken bis in die Eisregion, die auch im Sommer schon in 3000 bis 5000 Meter Höhe oder noch früher erreicht wird.

Von besonderer Wichtigkeit musste natürlich der Nachweis erscheinen, dass nahe vor dem Ausbruch eines Gewitters die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre in der That solche sind, welche das Auftreten von Wasser- und Eistheilchen in gleicher Höhe nebeneinander und ihre Reibung aneinander bedingen: ein Nachweis, der nur durch Beobachtungen im Luftschiff bei gewitterhafter Wetterlage zu erbringen war. Doch fand ich damals in der Literatur nur ein paar vereinzelte Fahrten aufgezeichnet, die dicht vor einem Gewitter ausgeführt waren, so dass in dieser Beziehung noch viel zu wünschen übrig blieb.

---

1) L. Sohncke: Der Ursprung der Gewitter-Elektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Jena. Fischer 1885. 8⁰. 74 Seiten.

Es ist der Zweck des Folgenden, zur Ausfüllung dieser Lücke einige Beiträge zu liefern, was dadurch ermöglicht wird, dass seither mehrere Luftfahrten an Gewittertagen ausgeführt worden sind. Von den neun zu behandelnden Fällen ist es namentlich einer, für den die Witterung in Folge besonders günstiger Umstände so genau bekannt ist, wie für gar keinen andern Gewittertag. Seine Untersuchung war daher von allergrösster Wichtigkeit für die Prüfung der fraglichen Theorie; sie bildet den Hauptinhalt der vorliegenden Arbeit: Abschnitt I. Die Besprechung der anderen acht Fälle nimmt den Abschnitt II ein. Zu seiner Abfassung bedurfte ich zahlreicher meteorologischer Data, für deren Aufsuchung und Mittheilung ich Herrn Direktor Dr. Erk zu besonderem Danke verpflichtet bin.

Im Sommer 1889 hatten die Herren Professor Dr. Assmann und Ingenieur v. Sigsfeld einen gross angelegten Plan zur Erforschung der an einem bestimmten Tage über einem grösseren Ländergebiet gleichzeitig herrschenden atmosphärischen Zustände entworfen. Dieser Plan fand am 19. Juni 1889 seine Verwirklichung, und zwar in noch erweiterter Gestalt, welche durch gemeinsame Berathung der Herren v. Sigsfeld, Direktor C. Lang und Hauptmann Brug festgestellt war. Während von München aus die Herren v. Sigsfeld und Brug zum Studium der freien Atmosphäre im Ballon aufstiegen, stellte Herr Assmann auf dem Säntis in 2500 m Höhe mit seinem Aspirationspsychrometer meteorologische Beobachtungen an. Gleichzeitig stiegen, auf Anregung des Direktors des k. preussischen meteorologischen Instituts, Herrn v. Bezold, in Berlin drei Ballons der k. preussischen Luftschifferlehrabtheilung auf, deren einer, zu wissenschaftlichen Beobachtungen bestimmt, mit den Herren Premierlieutenants Moedebeck und Gross bemannt war. Herr Lang, der damalige Direktor der k. bayer. meteorologischen Centralstation, veranlasste gleichzeitige stündliche Beobachtungen an sehr vielen bayerischen, sowie an mehreren schweizerischen, württembergischen, österreichischen und preussischen Stationen; auch erwirkte er für denselben Tag bei der deutschen Seewarte in Hamburg Beobachtungen in einem Fesselballon, den Herr Rodeck zur Verfügung gestellt hatte. Alle diese Beobachtungen erfolgten stündlich — oder noch häufiger — und zwar nach Münchener Zeit.

Ein grosser Theil dieses ausgedehnten Beobachtungsmaterials, zu dessen Gewinnung etwa an 120 Stationen, abgesehen von den Ballons, Beobachtungen angestellt waren, liegt in zwei Abhandlungen und einem Feuilletonartikel gedruckt vor [1]) und ladet zu weiterer Verwerthung für die vorliegende Frage ein. Denn an demselben Tage kamen im Süden Deutschlands schon zur Mittagszeit, im Norden meist erst gegen Abend an vielen Orten Gewitter zum Ausbruch. Dieselben erscheinen übrigens, wenn auch weit verbreitet, doch keineswegs als besonders grossartig und zahlreich, wie es diejenigen einiger anderer Junitage desselben Jahres waren. Denn an der k. b. meteorologischen Centralstation München liefen für diesen Tag nur 92 Gewittermeldungen ein, für den 13. und 30. Juni 1889 aber 358 und 392.

Als hochbedeutende Ergänzung der bereits publicirten Beobachtungen stellte mir Herr v. Sigsfeld mit liebenswürdigster Bereitwilligkeit seine bei der Münchener Ballonfahrt angestellten, noch unveröffentlichten Beobachtungen zur völlig freien Verfügung; ebenso Herr Assmann seine Beobachtungen vom Säntis. Auch der gegenwärtige Direktor der k. b. met. Centralstation Herr Dr. Erk unterstützte meine Arbeit in jeder Beziehung, insbesondere gestattete er in liberalster Weise die Benutzung des gesammten auf diesen Tag bezüglichen, bei der met. Centralstation zusammengeströmten Beobachtungsmaterials, von welchem Herr Lang hauptsächlich nur die in Zahlen niedergelegten Beobachtungen der met. Stationen bearbeitet hatte. Unter diesem Material fand ich auch die Beobachtungen, welche in Hamburg nicht nur im Fesselballon, sondern auch an der Seewarte selbst, sowie auf dem Michaelskirchthurm ausgeführt und der meteorologischen Centralstation München zur Verfügung gestellt waren. Endlich waren die Direktoren der k. preussischen und der k. k. österreichischen meteorologischen Centralanstalten, die Herren

1) a. Beobachtungen der meteorologischen Stationen Bayerns und der Nachbargebiete am 19. Juni 1889 gelegentlich einer Ballonfahrt. Bearbeitet von C. Lang. In: Beobachtungen der met. Stationen im Königreich Bayern. Herausgeg. von Lang und Erk. Bd. 9. Jahrgang 1889.

b. Einige wissenschaftliche Ergebnisse gleichzeitiger am 19. Juni 1889 angestellter Beobachtungen in den höheren Luftschichten im Luftballon und meteorolog. Hochstationen. Theil I: Ergebnisse mehrerer gleichzeitiger Ballonfahrten. Von Gross. In Zeitschr. f. Luftschiffahrt. Jahrg. 8. 1889. S. 249.

c. Die Luftballonfahrt am 19. Juni. In: Münchener Neueste Nachrichten. Dienstag den 2. Juli 1889. Vorabendblatt. No. 297.

v. Bezold und Hann, so liebenswürdig, mir eine Reihe von Beobachtungsdaten dieses Tages zu übermitteln. Allen diesen Herren sei für die bereitwillige Unterstützung meiner Untersuchung der ergebenste Dank ausgesprochen.

Das so gewonnene reiche Material gestattete nun in der That, für jenen Tag die Ausbildung der Gewitter — wenigstens in Süddeutschland — gleichsam Schritt für Schritt zu verfolgen.

§ 2. Allgemeine Wetterlage um 8 Uhr Vormittags.

a. Luftdruck und Wind.

Seit dem 16. Juni 1889 lagerte hoher Luftdruck im Nordwesten des Continents. In Bayern war — nach Ausweis der gedruckten Terminbeobachtungen von 16 Stationen — der Himmel am 16. und 17. fast dauernd vollständig bedeckt gewesen, und es hatte am 16. viel, am 17. weniger geregnet, an einigen Stationen auch noch in der Nacht zum 18. Der 18. selbst war, vom frühen Morgen an, in Bayern überall regenfrei, der Himmel allgemein viel weniger bedeckt als an den vorhergehenden Tagen. Im nördlichen Bayern war es sogar recht heiter, und es gab hier Morgens Thau. Der 19. brachte einen heiteren, trockenen und warmen Morgen und schnell steigende Temperaturen.

Die Isobaren vom 19. Morgens 8^h zeigen,[1] abgesehen von der pyrenäischen Halbinsel, auf dem übrigen Continent nur Drucke zwischen 760 und 764 mm. Erst im nördlichen Skandinavien und in England treten höhere Drucke auf. Ein Maximum von 764 mm erstreckt sich von Prag bis Krakau, ein Minimum von 760 mm liegt über der südlichen Ostsee. Dieses „verliert bei seinem weiteren südwestwärts gerichteten Fortschreiten nach der Oderniederung rasch an Tiefe, während ein an diesem Tage über Franken erscheinendes flaches Theilminimum rasch östlich nach Mähren wandert und sich am 20. nach Ungarn verlagert."[2] Ueber Süddeutschland finden sich Morgens 8^h nur Druckunterschiede von 2 mm; es zieht sich ein Streifen niedrigen Druckes (762 mm oder weniger).

1 Vgl. Lang a. a. O.

2 Monatsberichte der deutschen Seewarte für 1889.

östlich vom Bodensee beginnend, ungefähr am Nordabhange der Alpen entlang nach Osten, zwei etwas tiefere Depressionen (761½ mm) aufweisend: eine im Algäu, die andere am Chiemsee. Rings um diesen Streifen steigt der Druck auf süddeutschem Gebiet nicht höher als bis 763½ mm.

Die um 8^h an der Erdoberfläche beobachteten Windrichtungen harmoniren mit dieser Druckvertheilung; aber entsprechend den geringen Druckunterschieden ist die Luftbewegung überall nur sehr schwach, auch vielfach wechselnd, und flaut bis gegen 10 oder 11 Uhr immer mehr ab.

Die Wetterlage entspricht also vollkommen jener, die nach v. Bezold für die Entstehung von Wärmegewittern charakteristisch ist. „Wärmegewitter verlangen zu ihrer Bildung ruhige Luft, ohne ausgesprochene cyklonale oder anticyklonale Bewegung, und ungehinderte, kräftige Insolation.“ .... „Sie entstehen in Gebieten, über welchen weder ein ausgesprochener aufsteigender noch absteigender Strom vorhanden ist, so dass am Erdboden Gelegenheit zu Ueberhitzungen geboten ist, die alsdann in diesem Theil der Atmosphäre labiles Gleichgewicht zur Folge haben.“ [1]) Der lokale Charakter aller Gewitter dieses Tages geht auch daraus hervor, dass die allgemeine Wetterlage durch sie in keiner Weise geändert wurde. Der folgende Tag (20.) war allgemein bewölkt und warm; und die Druckunterschiede über Europa waren noch geringer geworden wie zuvor, während das Barometermaximum kaum verändert im fernen NNW lagerte.

In der Höhe herrschte übrigens am Vormittag des 19. anderer Wind als in der Tiefe; er wehte oben, wie es scheint, wesentlich aus dem westlichen Quadranten. Das zeigt der Zug der höchsten Wolken (Cirren), wovon nachher die Rede sein wird. Das lehren aber auch die Beobachtungen der Bergstationen.

Sonnblick (3095 m).[2]) 7—10^h WSW_2, dann bis 3^h p m SW, in den folgenden Stunden Winde aus dem nördlichen Quadranten, während in dem 1500 m tiefer gelegenen Kolm [3]) um 7^h a m S_1, um 2^h und 9^h p m aber Windstille herrschte.

1) Zur Thermodynamik der Atmosphäre. Vierte Mittheilung. Uebersättigung und Ueberkaltung. Gewitterbildung. S. 18 und 19. In: Sitzgsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1892. S. 296 und 297.

2) Pernter: Die Windverhältnisse auf dem Sonnblick. Denkschr. der Wiener Akademie. Bd. 58. Wien 1891. S. 78.

3) Gefällige briefliche Mittheilung des Herrn Hann.

Säntis (2500 m). 8—10^h WSW_2, während die benachbarten tiefer gelegenen Schweizer Stationen Altstätten (Canton St. Gallen, 470 m) und Heiden (Appenzell, 800 m) von 8 —1^h Nwind hatten. Im benachbarten Gäbris bei Gais (1253 m) war 8^h NNW_1, 9^h W_1, 10^h NW_1.
Schafberg (1776 m). 7—9^h WSW_{1-2}.
Wendelstein (1727 m). Vormittags W_1 bis NW_1.
Hirschberg (1500 m). 7—10^h SW_{2-4}.
Hohenpeissenberg (994 m). 7—9^h SW_2.

Auch die Wege der vier an diesem Vormittag aufgestiegenen Ballons, sobald etwas grössere Höhen erreicht wurden, lehren dasselbe. Ballon Herder schlug von München aus zunächst die Richtung nach W ein; aber schliesslich war seine Bahn fast genau nach Ost gerichtet. Seine Fahrkurve[1]) lehrt, dass um 9^h 40^m in 1530 m Meereshöhe WNW mit 2,3 m pro Sekunde herrschte, um 11^h 20^m in 1400 m W, ebenso um 11^h 30^m in 2000—2500 m, in letzteren Höhen mit etwa 15 m pro sec. Die Bahnen der drei in Berlin aufgestiegenen Ballons beweisen das Wehen von WNW in der Höhe, und zwar in 1—2000 m mit 4,2 m pro sec., in grösseren Höhen (3000—3500 m) mit 6,6 m pro sec. Zugleich wurde mit zunehmender Höhe der Wind aus einem WNW immer mehr ein reiner W, ja fast WSW, während unten bei der Landung des Ballon Nautilus bei Kalau (unweit Meseritz) SW herrschte.

b. Temperatur und Feuchtigkeit.

Langs kartographische Darstellung lässt erkennen, dass um 8^h a m der Südrand des erwähnten Streifens von besonders niedrigem Druck, d. h. ungefähr der Nordrand der Alpen vom Bodensee bis zum Austritt des Inn, zugleich durch besonders hohe Temperatur (18°) ausgezeichnet ist. Ebensolche Temperatur herrscht freilich auch auf einem grossen Gebiete Mittelbayerns zu beiden Seiten der Donau. Höhere Temperatur (19°) besitzt in ganz Süddeutschland nur ein schmaler Streifen längs des Rheins (Rheinpfalz und Baden).

Ein Gebiet hohen Dunstdrucks (12 mm und darüber) erstreckt sich um 8^h a m als breiter Streifen zu beiden Seiten der oberen Donau, den Bodensee mit umfassend, bis gegen den Lech. Indessen ist dieser Feuchtigkeitsgehalt keineswegs aussergewöhnlich gross. Von allen Stationen

1) Münchener Neueste Nachrichten a. a. O.

Süddeutschlands sind es auch nur zwei, für welche der an diesem Morgen beobachtete Dunstdruck verhältnissmässig gross, nämlich der zweit- oder drittgrösste im ganzen Monat ist, d. i. Höchenschwand im Schwarzwald mit 11,6 mm und Hohenpeissenberg im Alpenvorland mit 10,9 mm.

Etwa dasselbe Gebiet besitzt zugleich die grösste relative Feuchtigkeit (80 % und darüber). Aber ein zweites Maximalgebiet der relativen Feuchtigkeit verläuft südlich vom Chiemsee, genau längs des Südrandes des erwähnten zweiten Druckminimums in westöstlicher Richtung. Hier finden sich also gleichzeitig niederer Druck, hohe Temperatur und hohe relative Feuchtigkeit. In Höchenschwand im Schwarzwald bildet die 7^h a m beobachtete relative Feuchtigkeit (85 %) fast das Monatsmaximum. Dies trifft auch für eine Reihe norddeutscher Stationen, meist Küstenorte, zu, nämlich für Aachen (7^h) 92 %, Memel (8^h) 82 %, Keitum (8^h) 86 %, Swinemünde (8^h) 97 %, Kiel (8^h) 91 %; für letztere beide Orte ist es sogar das Monatsmaximum.

c. Himmelsansicht und Bewölkung.

Die frühesten Morgenstunden waren inner- und ausserhalb Bayerns fast allerwärts heiter. Hierfür sprechen zunächst direkte Nachrichten mancher Stationen um 7^h a m (Füssen: klarer Tag, Berge ganz frei; Hittisau, Kempten, Sulzschneid, Wald bei Oberdorf). Auf dem Wendelstein war um 7^h die Aussicht ins Gebirge gut. Während auf dem Sonnblick um 7^h die Bewölkung 5 notirt ist, giebt das tiefer gelegene Kolm die Bewölkung 0 an. Auch in Berlin war beim Aufstieg der drei Ballons um 7^h (Münchener Zeit) der Himmel fast ganz rein, die Sonne strahlte in vollem Glanze. Kein Luftzug war auf der Erde zu spüren, so dass der Aufstieg fast senkrecht erfolgte.

Für Heiterkeit des frühen Morgens spricht ferner die sehr verbreitete Thaubildung (Meldungen darüber von Andechs, Ansbach, Augsburg, Bamberg, Bayreuth, Eggenfelden, Ergoldsbach, Feld bei Miesbach, Hohenpeissenberg, Kaiserslautern, Landshut, München, Nürnberg, Passau, Würzburg, sowie von den sächsischen Stationen Chemnitz, Dresden, Freiberg, Plauen, Zittau, und von vereinzelten preussischen).

Trotzdem war vom frühen Morgen an die Luft fast nirgends völlig klar; sehr viele Orte berichten von Dunst und Nebel (≡).



Hohenpeissenberg. Allgemeiner Dunst den ganzen Vormittag; ebenso Kempten, Krumbach, Lenggries, München, Passau, Speyer, Zaitzkofen.

Vom Wendelstein, sowie vom Hirschberg bei Tegernsee aus erschien Vormittags das ganze Flachland von Dunst, später von ≡ erfüllt.

Altstätten. Vor dem Gewitter, das Mittags zum Ausbruch kam, war der Himmel nirgends schön blau, sondern im Allgemeinen weisslich gefärbt.

Andechs. Seit Nachts lag eine Nebelschicht über der Gegend; erst um 8^h begann sie sich zu zertheilen.

Bayreuth. 8^h ≡.

Bregenz. 9—2^h Dunst.

Deisenhofen. 7—10^h ≡.

Dünzelbach. 7^h ≡, $7^1/_2{}^h$ verzogen.

Ecksberg. 7—9^h leichter ≡ und Dunst.

Eggenfelden. Morgens ≡ im Thal.

Eglharting. 7—9^h Dunstschichten.

Ergoldsbach. Morgens Dunst.

Feld bei Miesbach. ≡ und Dunst.

Füssen. Um 7^h ist der ≡ verschwunden.

Gäbris bei Gais. Morgens in den tieferen Thälern starker Dunst und ≡.

Heiden. Morgens ≡ und Dunst.

Hergenweiler. 7^h ≡.

Hohenaschau. 7—9^h ≡.

Iffeldorf. 7^h starker ≡.

Landsberg am Lech. 7—8^h starker ≡, um 9^h gesunken, aber der Horizont ringsum trüb.

Lindau. 8—10^h dunstig.

Moosburg. 7—8^h ≡.

Nürnberg. 8^h Bodennebel.

Otterfing. Bis $8^1/_2{}^h$ die Landschaft in ≡.

Ottobeuren. 7^h Dunst.

Rosenheim. 7—9^h ≡.

Rott am Inn. 7—9^h starker ≡, in S und Ost allmählich aufklärend, 10^h sehr dunstig.

Salzburg. 8^h in den Bergen Dunst.

Straubing 7^h. Eine Dunstschicht liegt über der ganzen Ebene, erst um 9^h wird es klarer.

Wald bei Oberdorf. 5—6^h ≡, dann heiter.

Weyarn. 7^h ≡.

Wildpoldsried 7^h. Leichter Dunstschleier verhüllt das Gebirge.

Schloss Zeil. 7^h $≡^2$ im Thal.

Ballon Nautilus, Berlin. 7^h 2^m. Die Erde erscheint etwas dunstig unter uns, im N leichtes Haufengewölk.

Ballon Herder erreichte um 11^h 27^m dicht südlich von München die obere Grenze des Dunstes in 2080 m Meereshöhe (1550 m über dem Boden).

Die Bewölkung betrug nach Langs kartographischer Darstellung um 8^h im grössten Theil Bayerns nur $^3/_{10}$ der sichtbaren Himmelsfläche oder weniger; im W und besonders im SW (Bodenseegegend) aber mehr. Sie bestand zu dieser Zeit noch allerwärts der Hauptsache nach aus

Cirrus; erst im weiteren Verlauf des Vormittags stellten sich (vgl. später) Haufwolken ein. Von mehr als 80 Stationen liegen Meldungen über das Vorhandensein von Federwolken verschiener Formen (cirrus, cirrostratus, cirrocumulus) an diesem Vormittage vor; auch Sonnenringe, die bekanntlich den Eiskrystallen des Cirrostratus-Schleiers ihre Entstehung verdanken, sind zu verschiedenen Vormittagsstunden beobachtet worden. Das Auftreten der Cirren war nicht auf kurze Zeit beschränkt, an den meisten Orten sah man sie von Morgens 7^h an unausgesetzt, so lange sie nicht durch tiefere Wolken dem Blick entzogen wurden. Eine Reihe von Stationen erwähnt ihrer noch in den Nachmittagsstunden, bis die Beobachtungen um 3^h abgebrochen wurden. Es scheint, als seien die Cirren wenigstens über ganz Mitteleuropa verbreitet gewesen; denn ausser von den meisten bayrischen Stationen liegen Cirrusbeobachtungen an diesem Tage auch vor von Altstätten, Heiden, Säntis in der Schweiz, ferner von Brandenburg, Celle, Erfurt, Hamburg, Kassel, Lichtenwalde, Marburg, Marggrabowa, Trier.

Die Bewegung der Cirren war im Allgemeinen sehr langsam; sie zogen ganz überwiegend aus dem westlichen Quadranten, mit Bevorzugung der reinen W-Ostrichtung; doch finden sich auch alle anderen Richtungen der Windrose verzeichnet, letztere freilich insgesammt nur 25 % aller Meldungen ausmachend. Von manchen Stationen werden auch zu verschiedenen Stunden des Tages verschiedene Zugrichtungen gemeldet. Indessen wäre es — namentlich auch in Anbetracht der geringen Genauigkeit der meisten Richtungsbestimmungen — schwerlich eine dankbare Aufgabe, aus allen Nachrichten die oberen Luftströmungen über Mitteleuropa für verschiedene Zeitpunkte dieses Tages kartographisch darzustellen. Auch erscheint ihre Lösung für das eigentliche Ziel der vorliegenden Untersuchung nicht erforderlich. Ich begnüge mich also mit der Anführung einiger wenigen Nachrichten.

Säntis. 7^h ci und altocum.
$10^h 20^m$ ci ziehen langsam aus SSW, $10^h 30^m$ geflockte und aufgebogene ci, W—E angeordnet, $10^h 40^m$ geflockte ci fast am ganzen Himmel.

Hirschberg bei Tegernsee. $7-10^h$ ci aus SW, 12^h ci und cum-str. oben aus NW, unten aus SW, 1^h ci, str und ni oben aus E, unten aus SW, 3^h ci aus W.

Wendelsteinhaus. 7^h ci-cu, cu und cu-str, dazu um $7^h 40^m$ ci-str } aus W.
$8-10^h$ ci, ci-cu, ci-str, cu und cu-str } aus W.
$11-1^h$ ci-cu, cu und cu-str aus SW.

Bayrischzell. 7—11^h ci aus W, 12—1^h aus SW, um 9^h Sonnenring und -Hof.

München. 7—12^h ci-cu oder ci aus W, dazwischen auch einigemal aus WSW; so um 8^h 40^m, wo die Cirren in Streifen ∥ der Richtung NNW—SSE geschichtet sind. 11^h leichter ci-str-filz im S; 2^h ci-str aus SW, 3^h ci-cu aus W, 4^h ci-str, still.

Straubing (Standpunkt: Stadtthurm). 7—3^h ci und ci-str aus WSW, um 9^h schnell ziehend; 11^h auch ci-cu und zwar fast aus W.

Hergensweiler. ci um 8—9^h aus SW, 10^h aus WSW, 11^h aus ENE, 12^h aus E.

Friedrichshall bei Heldburg. 7—9^h Anfangs ci, später ci-str aus NW, von 10^h an ci und später ci-cu aus W.

Passau. 7^h ci aus SW, 8^h ci-str aus NW, 9—10^h ci-str aus W, 11—3^h ci-cu oder ci-str aus SW.

Odelzhausen. Federwolken aus W, um 7^h dicht, bis 9^h immer loser und leichter werdend.

Erfurt. 7—12^h ci aus W, um 8^h und 9^h sind es lebhaft ziehende, lange, geradlinige Polarbanden aus W—E, 8^h farbiger Hof und Ringsegment; um 11^h senken sich aus einzelnen Cirren nimbusartige Fahnen herab.

Hamburg (Michaeliskirchthurm). 7^h cirrusähnliche Wolken von schwerem Ansehen, doch gefasert, darunter cu, am Horizont Wulst-cu. Im W hell. S ganz dicht bedeckt. Zug aus NW. Bedeckung 8. 7^h 30^m Wind wird schwächer. Die oberen Wolken scheinen sich aufzulösen, sind wie ci-str. Die blauen Stellen des Himmels mit feinem Schleier bedeckt. 8^h $\frac{\text{ci-str}}{\text{cum.}}$ Bedeckung 6. Kurz vor 8^h Wind sehr flau. Obere und untere Wolken aus NW. 8^h 30^m—45^m. Von W nach E ein breiter Streifen aus ci-ähnlichen Wolken über den Zenith hin. Bedeckung 7. Zug aus NW. 9^h ci-str zieht von W auf; im N und E cum, die aus N ziehen. Bedeckung 8. 9^h 30^m ci-str aus NW. Bedeckung 8. 10^h 30^m $\frac{\text{ci-str}}{\text{cum}}$-Zug aus NNW (?) sehr langsam. Bedeckung 9. 11^h $\frac{\text{ci-str}}{\text{cum}}$ aus NW. Bedeckung 9. Im Zenith steht nur cirrusähnliches Gewölk, nach SE schäfchenartig geballt, das aus NW oder NNW zieht; am Horizont cu in lockerer Form. Der Horizont besonders im SE ist grau und unsichtig. Bedeckung 9.

Ballon Nautilus. Beim Aufstieg in Berlin um 7^h nur ganz vereinzelte Cirruswölkchen von W nach E; sonst klar. 7^h 45^m prachtvoller ci aus SW—NE; 7^h 56^m Sonne durch ci verschleiert; 8^h 5^m die ci senken sich allmählich immer tiefer herab, verlieren ihre schöne Federform und verwandeln sich in kleine Schäfchenwolken. 8^h 34^m ci hat sich noch mehr gesenkt und aufgelöst. 10^h 20^m einzelne Cirren. 11^h 30^m die unteren Wolken zertheilen sich mehr und mehr, dagegen bildet sich oben ein dichter Cirrusschleier, der die Sonne zeitweise verhüllt. Auch um 1^h 3^m steht die Sonne hinter einem Cirrusschleier.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Angaben der letzten vier Beobachter übereinstimmend das Herabsinken und Sichauflösen der Cirruswolken beweisen.

§ 3. Die Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe.

a. Nach Beobachtungen von Hochstationen.

Ob der Zustand der Atmosphäre stabil oder labil ist, hängt bekanntlich [1]) von der vertikalen Temperaturvertheilung ab. Die Temperaturabnahme auf 100 m Erhebung muss weniger als 0,993° betragen, damit der Zustand stabil sei. — Dies gilt, so lange keine Condensation von Wasserdampf stattfindet. — Bei schnellerer Temperaturabnahme ist der Zustand labil, so dass Anlass zur Entstehung aufsteigender Luftströme gegeben ist. Hieraus erhellt die besondere Wichtigkeit der Ermittelung der vertikalen Temperaturvertheilung für die vorliegende Untersuchung.

Mir liegen stündliche Temperaturbeobachtungen von 3 Hochstationen und benachbarten tieferen Stationen vor, nämlich von Sonnblick-Kolm in den Tauern,[2]) von Säntis-Gäbris-Heiden-Altstätten und von Wendelstein-Bayrischzell.

	Höhe	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h
	m	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Kolm	1600	10,8	11,0	17,2	15,1	14,4	16,6	12,0	10,3
Sonnblick	3095	1,7	2,0	2,5	2,6	3,0	3,5	4,0	3,3
Differenz	1495	9,1	9,0	14,7	12,5	11,4	13,1	8,0	7,0
Abnahme für 100 m .		0,61	0,60	**0,98**	0,84	0,76	**0,88**	0,54	0,47
Altstätten	470	19,4	21,1	20,8	21,7	22,3	21,9	19,1	18,9
Heiden	800	17,0	18,3	19,6	18,7	20,8	21,6	24,0	19,2
Gäbris	1253	15,7	16,3	15,4	17,9	19,1	16,4	17,6	14,8
Säntis	2500	6,0	6,6	9,1	11,3	8,6	9,6	9,8	8,1
Diff. Altstätten-Säntis	2030	13,4	14,5	11,7	10,4	13,7	12,3	9,3	10,8
Abnahme für 100 m .		0,66	**0,71**	0,58	0,51	**0,67**	0,61	0,46	0,53
Diff. Heiden-Säntis .	1700	11,0	11,7	10,5	7,4	12,2	12,0	14,2	11,1
Abnahme für 100 m .		0,65	**0,69**	0,62	0,44	**0,72**	0,71	0,84	0,65
Diff. Gäbris-Säntis .	1247	9,7	9,7	6,3	6,6	10,5	6,8	7,8	6,7
Abnahme für 100 m .		**0,78**	**0,78**	0,51	0,53	**0,84**	0,55	0,63	0,54
Bayrischzell . . .	802	17,1	18,4	19,8	20,9	20,1	22,4	20,9	19,6
Wendelsteinhaus . .	1727	10,4	11,0	12,5	13,5	11,5	13,3	11,7	10,8
Differenz	925	6,7	7,4	7,3	7,4	8,6	9,1	9,2	8,8
Abnahme für 100 m .		0,72	**0,80**	0,79	0,80	0,93	0,98	**0,995**	0,95

1) Th. Reye: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen. Hannover 1872. S. 39 ff.

2) Gefällige briefliche Mittheilung von Herrn Hann (nach Ortszeit).

Schliesslich sei noch die auf das Riesengebirge bezügliche Angabe beigefügt: [1])

	Höhe	7^h	2^h
	m	°C	°C
Eichberg bei Hirschberg	349	16,5	20,6
Schneekoppe	1603	8,1	10,2
Differenz	1254	8,4	10,4
Abnahme für 100 m .		0,67	0,83

Um zunächst die Bedeutung der auf den Sonnblick und Kolm bezüglichen Zahlen zu verstehen, vergleichen wir sie mit jenen Zahlen, welche Herr Trabert [2]) als vierjährige Mittelwerthe für die im Sommer an heiteren resp. trüben Tagen zwischen Kolm und Sonnblick vorhandenen Temperaturabnahmen für 100 m Erhebung mittheilt.

	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
an heiteren Tagen .	0,85	0,90	0,92	0,95	0,98	0,98	0,96	0,93
an trüben Tagen .	0,68	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,72
am 19. Juni 1889 .	0,61	0,60	**0,98**	0,84	0,76	**0,88**	0,54	0,47

Zunächst fällt auf: Während normaler Weise die Abnahme sowohl an heiteren als an trüben Tagen — und zwar in allen Jahreszeiten — um 12^h oder 1^h Mittags ihr Maximum hat (an trüben ist es freilich von 11^h bis 2^h gleich gross), tritt dasselbe am 19. Juni 1889 bereits um 10^h ein, worauf um 1^h ein kleineres Maximum folgt. — Um ferner zu entscheiden, mit welcher der beiden Normalzahlenreihen diejenige des 19. Juni zu vergleichen ist, dient die allgemeine Witterungsschilderung des Beobachters auf dem Sonnblick für diesen Tag: „6^h früh im S alles voll Nebel, ringsum höhere Schichtwolken. 7^h Bewölkung 5. 9^h Nebeltreiben aus SW, ringsum Gewitterwolken. 1^h Sonnblick im Nebel, es fängt an zu regnen bis 4^h. Dann Gewitter mit Schnee bis 7^h Abends; dann aufheiternd, Gewitterwolken ringsum; so auch 9^h Abends".

1) Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen 1889. Herausgegeben vom preussischen Institut.

2) Der tägliche Gang der Temperatur und des Sonnenscheins auf dem Sonnblick. Denkschr. d. math.-naturw. Klasse der Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. 59. 1892. S. 48.

Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, dass auch schon Vormittags der 19. Juni zu den trüben Tagen gehörte; und man erkennt, dass gegenüber der zu erwartenden Temperaturabnahme von 0,°73 auf 100 m die um 10^h beobachtete von 0,°98 *eine ganz ungewöhnlich starke ist*; sie ist ja so gross, wie das um 12^h oder 1^h zu erwartende normale Tagesmaximum der Abnahme an heiteren Tagen.

Die Temperaturabnahme in der Nähe des Säntis und am Wendelstein zeigt *ein Maximum* (0,°7 bis 0,°8) schon um 9^h a m. Am Säntis tritt ein zweites Maximum um 12^h ein. Am Wendelstein aber steigt der Betrag der Temperaturabnahme, nach geringer kurzer Senkung um 10^h, unausgesetzt bis 2^h p m, wo er 0,°995 für 100 m erreicht. Diese Abnahme ist merklich dieselbe wie jene, welche in adiabatisch aufsteigender, noch tröpfchenfreier Luft statthaben muss. Um diese Zeit befand sich der Wendelstein im Nebel, und es war Gewitter, doch regnete es nicht. Auch in Bayrischzell fielen um 2^h nur wenige Regentropfen. *Dieser Zustand ist also zweifellos labil.* Aber auch schon die übrigen Werthe der Temperaturabnahme, besonders der um 9^h beobachtete von 0,°80 deutet auf einen wenig stabilen Zustand der Atmosphäre. Denn die auf dem Wendelstein gemachten Aufzeichnungen besagen: „$8^h\ 50^m$ ≡ steigen mehr auf, Thäler dampfen. $9^h\ 20^m$ ≡ wird mehr. $9^h\ 30^m$ Alle Berggipfel mit Nebelschwaden zu“. — Hieraus erhellt, dass die Luft um den Wendelstein dem Sättigungszustand dauernd sehr nahe gewesen sein muss. Direkte Messungen der relativen Feuchtigkeit daselbst ergaben:

um	$8^h\ 40^m$	9^h	$9^h\ 30^m$	$9^h\ 50^m$	12^h	1^h	2^h	3^h
	92%	86%	92%	89%	96%	92%	94%	95%.

Nun aber beträgt beim *gesättigt feuchten aufsteigenden* Luftstrom bei 10° oder mehr und dem Druck von 600—700 mm die Temperaturabnahme auf 100 m etwa 0,°5. Dieser Betrag war am Wendelstein während des ganzen Tages überschritten.

Als *Hauptergebniss* der Temperaturbeobachtungen dieser Bergstationen lässt sich also aussprechen:

Zwischen Kolm und Sonnblick ist um 10^h a m die Temperaturabnahme nach oben ganz ungewöhnlich stark, nämlich 0,°98 für 100 m.

Zwischen Bayrischzell und Wendelstein ist um 2^h p m die Temperaturabnahme so gross, dass der Zustand der Atmosphäre sicher labil ist.

Ein Maximum der Temperaturabnahme tritt — anstatt wie normal gegen Mittag — am Säntis und am Wendelstein schon um 9^h a m, am Sonnblick um 10^h a m auf.

b. Nach Ballonbeobachtungen.

α) Fahrt des Ballons Herder von München aus.

Von Herrn v. Sigsfeld wurden zu 21 verschiedenen Zeitpunkten Temperaturbeobachtungen mit dem Aspirations-Thermometer gemacht, welche also sehr zuverlässig sind. Sehr günstig für den vorliegenden Zweck ist der Umstand, dass der Ballon in der ganzen Zeit, in welcher Temperaturen abgelesen wurden, in der Nachbarschaft von München verweilte. Denn seit dem Aufstieg $7^h 28^m$ a m bis um $9^h 20^m$ entfernte sich der Ballon nach W hin nur bis auf 18 km von der Sternwarte München, sodann kam er durch eine Wendung nach SO und O wieder viel näher heran und war bei der letzten Temperaturbeobachtung um $11^h 40^m$ nur etwa 7 km von der Sternwarte entfernt. — Zur Ermittelung der Temperaturabnahmen vom Boden bis zur Ballonhöhe dienen die stündlichen Temperaturbeobachtungen der Sternwarte München, welche durch Interpolation die jedesmal gleichzeitige Temperatur an der Erdoberfläche abzuleiten gestatten.

	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h
Sternwarte:	16,°0	18,°8	20,°1	21,°0	21,°5

In der folgenden Tabelle findet man den Zeitpunkt der Beobachtung (Spalte 1), die augenblickliche Höhe h über dem Niveau der Sternwarte auf 5 m abgerundet (Spalte 2), die beobachtete Temperatur t (Spalte 3), die Temperaturabnahme $\triangle$ vom Boden bis zur Ballonhöhe (Spalte 4), die Temperaturabnahme $\triangle_{100}$ für 100 m (Spalte 5), die relative Feuchtigkeit r (Spalte 6), endlich Bemerkungen (Spalte 7).

Man erkennt, wie die Temperaturabnahme für 100 m mit vorrückender Tageszeit ziemlich stetig zunimmt. Allerdings erfährt diese Stetigkeit schon ganz früh einmal eine Unterbrechung, indem um 9^h in 365 m Höhe über Wald $\triangle_{100}$ weit grösser ist, als dem adiabatischen Zustand entspricht, nämlich 1,°18, so dass hier ein labiler Zustand der Atmosphäre vorliegt. Um 10^h in 1025 m Höhe befand sich der

Ballon in den Randtheilen einer Wolke, denn es wurde eine Aureole beobachtet, deren Entstehung nach Fraunhofer die Anwesenheit von Tröpfchen um den Kopf des Beobachters erheischt. Hier herrschte beinahe adiabatische Temperaturabnahme (0,°986), fast ebensogrosse um $10^h\ 10^m$, 20^m, 50^m in 950 m, 970 m, 865 m Höhe. Um $10^h\ 40^m$ in 720 m und um 11^h in 1100 m, als der Ballon unmittelbar oberhalb eines Haufwolkenkopfes sich befand, war die Temperaturabnahme für 100 m = 1°,07, also der Zustand der Atmosphäre vollständig labil. **Durch diese Ballonfahrt ist also festgestellt, dass von 10^h bis 11^h der Zustand der Atmosphäre bis 1100 m über dem Boden theils völlig, theils beinahe labil war.**

Zeit	h	t	Δ	Δ_{100}	r	
	m	°C	°C	°C	%	
$7^h\ 55^m$	620	13,4	2.4	0,39	61	
8 0	580	13,4	2,6	0,45	63	
10	365	15,0	1,5	0,41	67	
20	695	14,8	2,1	0,30	56	
40	905	11,5	6,4	0,71	70	
50	770	12,9	5,4	0,70	75	
9 0	365	14,5	4,3	1,18	67	über Wald.
10	670	13,8	5,2	0,78	71	
30	1080	11,8	7,7	0,71	93	
40	1000	10,8	8,9	0,89	85	cumuli ringsum
50	1135	10,0	9,9	0,87	82	cumuli unter uns.
10 0	1025	10,0	10,1	0,986	80	cu östlich, Aureøle.
10	950	11,1	9,1	0,96	73	
20	970	11,1	9,3	0,96	84	
30	1090	12,0	8,6	0,79	70	
40	720	13,0	7,7	1,07	78	
50	865	12,4	8,5	0,98	76	≡, cu unter uns.
11 0	1100	9,2	11,8	1,07	91	dicht unter uns ≡.
20	905	13,6	7,6	0,84	75	
40	1985	8,2	13,1	0,66	63	

β) Fahrt des Ballons Nautilus von Berlin aus.

Die bei dieser Fahrt beobachteten Temperaturen lassen keine ganz so sicheren Schlüsse zu wie die vorigen, und zwar aus zwei Gründen. Zunächst sind die Beobachtungen noch nicht mit dem (damals erst in

sehr wenig Exemplaren vorhandenen) Aspirationsthermometer angestellt, sondern mit dem Schleuderthermometer. Wenn in Folge dessen nun auch einige Temperaturangaben vielleicht zu hoch sein mögen, so wird dieser Fehler sicher nicht gross sein. Denn Herr Gross giebt um $7^h\ 31^m$ und um $7^h\ 39^m$ an, dass die Temperatur des im Schatten ungeschleuderten Thermometers 21° bezw. 18° betrug, während sie sich beim Schleudern im ersten Falle zu 13,°0 herausstellte, im zweiten zwischen 13,°0 und 12,°5 lag. Hier ist eine so energische Wirkung des Schleuderns ersichtlich, dass die erhaltenen Werthe den wahren Lufttemperaturen vermuthlich ziemlich nahe kommen. — Als wesentlich grösserer Nachtheil erweist sich die Unmöglichkeit, für diese ziemlich ausgedehnte Fahrt die vertikal unter dem Ballon gleichzeitig am Boden herrschenden Temperaturen hinlänglich genau zu ermitteln. Zwar verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn v. Bezold die Kenntniss der stündlichen Temperaturen von Spandau bei Berlin.

7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h
19,°1	20,°0	19,°9	21,°5	22,°2	21,°9	22,°9	20,°8.

Aber diese Temperaturen kann man nicht ohne weiteres als für die Bodenluftschicht vertikal unter dem Ballon geltend annehmen. Denn erstens wurde am Abfahrtsorte um 7^h die Temperatur 18,°5 abgelesen, welche 0,°6 niedriger als in Spandau ist; und zweitens beobachtete Herr Gross beim Landen in Kalau bei Meseritz, 158 km von Berlin, um $1^h\ 40^m$ — und zwar bei sehr langem Schleudern, wie er ausdrücklich angiebt[1]) — 25,°5, also 2,°6 mehr als die höchste Temperaturangabe Spandaus (22,°9). Und Kalau liegt noch dazu etwa 100 m höher als Berlin. So ist man auf einigermassen willkürliche Annahmen für die Temperaturen der tiefsten Luftschicht angewiesen. Ich nehme als solche für 7^h die Abfahrtstemperatur 18,°5, für 8^h 19,°6, für die folgenden Stunden bis 12^h die Spandauer Temperaturen, für 1^h 23,°0, für $1^h\ 40^m$ 25,°5. Für zwischenliegende Zeitpunkte sind die Temperaturen interpolirt. Für die Höhenberechnung ist dann als mittlere Temperatur der Luftsäule das arithmetische Mittel der oben beobachteten und der unten angenommenen Temperatur gewählt.

1) a. a. O. 257

Die 8 Spalten der folgenden Tabelle enthalten nacheinander Zeit, Barometerstand b, Temperatur t, angenommene Bodentemperatur t′, Mitteltemperatur der Luftsäule $\frac{t+t'}{2}$, Höhe h über dem Berliner Niveau, auf 5 m abgerundet, Temperaturdifferenz $t'-t=\triangle$, Temperaturabnahme für 100 m $=\triangle_{100}$.

Zeit	b	t	t′	$\frac{t+t'}{2}$	h	$\triangle$	$\triangle_{100}$
	mm	°	°	°	m	°	°
7ʰ 0ᵐ a m	766,5	18,5	18,5	18,5	0		
2	749	18,0	18,5	18,2	200	0,5	0,25
5,5	738	17,5	18,6	18,0	325	1,1	0,34
—	728	15,5	18,6	17,0	440	3,1	0,70
20	720	15,5	18,9	17,2	535	3,4	0,64
22	713	15,0	18,9	17,0	620	3,9	0,63
25	704,5	13,5	19,0	16,3	720	5,5	0,76
31	696	13,0	19,1	16,0	820	6,1	0,74
36,5	687	13,0	19,2	16,1	930	6,2	0,67
42	682	12,5	19,2	15,8	995	6,7	0,67
45,5	680,7	13,0	19,3	16,1	1010	6,3	0,62
56	681,5	12,5	19,5	16,0	1000	7,0	0,70
8 5	668	11,0	19,6	15,3	1170	8,6	0,74
15	661,5	9,5	19,7	14,6	1250	10,2	0,82
25	648	8,0	19,7	13,9	1420	11,7	0,82
33	645	7,8	19,8	13,8	1460	12,0	0,82
41	632	6,8	19,8	13,3	1625	13,0	0,80
48	636,5	8,0	19,8	13,9	1570	11,8	0,75
53	621,5	5,0	19,9	12,5	1765	14,9	0,84
9 2	618	5,0	19,9	12,5	1810	14,9	0,82
10	608,5	4,5	20,2	12,3	1940	15,7	0,81
22	619	4,0	20,4	12,2	1795	16,4	0,91
39	633,5	5,5	21,0	13,2	1605	15,5	0,97
50	604,5	3,5	21,2	12,3	1995	17,7	0,89
51	609	—	21,2	12,3	1935	unterer	Wolkenrand
54	588	1,5	21,3	11,4	2225	19,8	0,89
55	580	0	21,3	10,7	2330	21,3	0,91
57	565,5	— 1,5	21,4	10,0	2535	22,9	0,90
59	565	— 2,0	21,5	9,8	2540	23,5	0,93
10 0	560	— 2,5	21,5	9,5	2610	24,0	0,92

Zeit	b	t	t′	$\frac{t+t'}{2}$	h	△	Δ_{100}
	mm	°	°	°	m	°	°
10^h 8^m a m	559	— 2,5	21,6	9,5	2625	24,1	0,92
14,5	541	— 3,5	21,7	9,1	2895	25,2	0,87
16	531,5	— 4,0	21,7	8,9	3040	25,7	0,85
18	530,5	—	—	—	—	oberer	Wolkenrand
22	514	— 6,0	21,7	7,9	3305	27,7	0,84
35	497	— 2,0	21,9	9,9	3610	23,9	0,66
45	505	— 1,5	22,0	10,2	3480	23,5	0,67
11 0	495	— 2,5	22,2	9,9	3645	24,7	0,68
7	510	— 4,5	22,2	8,8	3380	26,7	0,79
11	516	— 4,5	22,2	8,8	3285	26,7	0,81
17	520	— 0,5	22,1	10,8	3245	22,6	0,70
25	520	— 2,5	22,1	9,8	3230	24,6	0,76
51	531,5	— 3,5	22,0	9,2	3045	25,5	0,84
12 6 p m	523	— 2,5	22,0	9,8	3185	24,5	0,77
19	495	— 7,0	22,2	7,6	3615	29,2	0,81
22	490	—	—	—	oberer	Wolkenrand	
32	513	— 3,0	22,5	9,8	3345	25,5	0,76
1 11	520	— 2,0	23,6	10,8	3245	25,6	0,79
27	537,5	— 1,5	24,7	11,6	2975	26,2	0,88
30	580	+ 2,0	24,9	13,5	2355	22,9	0,97
31	600	4,0	24,9	14,5	2075	20,9	1,01
32	614	6,0	25,0	15,5	1885	19,0	1,01
33	640	8,0	25,1	16,5	1540	17,1	1,11
35	670	11,0	25,2	18,1	1155	14,2	1,23
40	762	25,5	—	—	—	—	—

Mit Rücksicht auf die erhebliche Unsicherheit der Temperaturen am Boden können die einzelnen Werthe der berechneten Temperaturabnahme für 100 m nicht für besonders zuverlässig gelten. Nur die zeitliche Aenderung dieser Grösse wird einigermassen richtig hervortreten. Von $7-8^h$ während der Erhebung bis 1100 m beträgt Δ_{100} 0,°6 bis 0,°7 oder wenig mehr (im Mittel 0,°69); von 8^h 15^m bis 9^h 10^m in Höhen von 1200 bis 1900 m etwa 0,°8, sodann ³/₄ Stunden lang (von 9^h 22^m bis 10^h 8^m) in Höhen zwischen 1600 und 2600 m über 0,°9 — diese hohen Werthe meist während Aufenthaltes in einer Wolke, wobei sich auch das trockne Thermometer mit Eis überzog, so dass seine Angaben hier wenig

zuverlässig sind —, sodann 3 Stunden lang in grösseren Höhen (2900 m bis 3600 m) wieder merklich weniger, von unter 0,°7 bis über 0,°8 schwankend. Auf die hohen Werthe in den letzten 10 Minuten der Fahrt darf, wegen des ungemein schnellen Abstiegs und der dabei unvermeidlichen Unzuverlässigkeit der Instrumente, offenbar kein Gewicht gelegt werden. Auch noch aus dem weiteren Grunde müssen sie fehlerhaft sein, weil als gleichzeitige Temperaturen im Niveau Berlin diejenigen angenommen sind, welche in dem um 100 m höheren Kalau geherrscht haben.

Das Hauptergebniss dieser Ballonbeobachtungen ist der Nachweis, dass um $9^h\ 39^m$ in tröpfchenfreier Luft die Temperaturabnahme 0,°97 auf 100 m betrug, welche diejenige des adiabatischen Zustandes schon beinahe erreicht, und dass überhaupt von $9^h\ 22^m$ bis nach 10^h die durchschnittliche Temperaturabnahme für 100 m sich sehr hoch, nämlich fast immer grösser als 0,°9 herausstellte. Und dabei befand sich der Ballon seit $9^h\ 51^m$ in tröpfchenführender Luft, nämlich inmitten einer Wolke von etwa 1100 m Mächtigkeit. Hier oben war also der Zustand der Atmosphäre sicher nicht mehr stabil, sondern hier stieg gesättigt feuchte Luft auf.

γ) Hamburger Fesselfahrten.

In Hamburg wurden zwischen $12^h\ 15^m$ und $3^h\ 25^m$ p m (Münchener Zeit) 6 Aufstiege im Fesselballon ausgeführt. Die von der Direktion der Seewarte hierüber der k. b. meteorologischen Centralstation mitgetheilten Beobachtungen sind (mit Ausschluss der Anemometerangaben) in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Zunächst sollen alle 6 Reihen in der Weise benutzt werden, dass die Temperaturabnahme für 100 m aus der Temperatur in der Maximalhöhe und der gleichzeitigen Temperatur am Boden abgeleitet wird. Letztere ist zu Anfang und Ende des ersten Aufstiegs unverändert 19,°0; ebenso beim dritten 19,°7. Beim zweiten zeigt sie sich zwar nach dem Abstieg um 1,°2 gesunken; das ist aber augenscheinlich die Folge des feinen Regens, der um $1^h\ 9^m$ beginnt. Die Maximalhöhe ist aber schon vorher (um $1^h\ 7^m$) erreicht; also darf zu dieser Zeit die Temperatur am Boden noch so wie vor 7 Minuten, nämlich = 19,°5 angenommen werden. Während des nicht volle 10 Minuten währenden vierten

Temperaturbeobachtungen im Fesselballon am 19. Juni 1889.
(Corr. des Thermometers — 0,°3 bei 18° noch nicht angebracht.)

No. der Fahrt	Zeit	Höhe m	Temp. °C.	Bemerkungen	Beobachter
I.	$12^h\ 15^m$	0	19,0	Himmel bedeckt	Dr. Grossmann
	20	220	16,7		
	30	0	19,0		
II.	1 0	0	19,5	bedeckt	Köppen und Preller
	6	190	17,3		
	7	210	17,0		
	8	180	17,1		
	9	150	17,0	feiner Regen beginnt	
	10	110	16,8		
	11	100	17,3		
	12	70	17,4		
	13	30	18,0	Messung im Schutze des Ballons	
	17	0	18,3	schwacher Regen	
III.	2 18	0	19,7	bewölkt mit Lücken	Köppen und Preller
	21	190	18,0		
	22	193	17,6		
	23	195	17,3		
	24	200	17,0	Ballon und Ballonplatz im Wolkenschatten	
	26	210	17,0		
	28	150	17,0		
	30	115	17,1		
	31	40	17,7		
	35	0	19,7		
IV.	2 45	0	19,2	bedeckt	Voss
		200	17,0		
		180	17,2		
		100	17,5		
		50	17,8		
		0	19,6		
V.	2 55	0	19,6	bedeckt	Voss
		200	17,2		
		150	17,5		
		130	18,0		
		90	18,0		
		0	19,2		
VI.	3 10	0	19,2	bedeckt, trocken	Köppen und Preller
		140	18,5		
		160	17,8		
		180	17,2		
	3 15	190	17,0		
		190	17,0	einige Tropfen	
		80	17,4		
		70	17,8	bedeckt trocken; gleich darauf Regen	
	3 25	0	19,4		

Aufstiegs nimmt die Temperatur am Boden um 0,°4 zu; schätzt man die Zeit bis zur Erreichung der Maximalhöhe zu 5 Minuten, so ist für diesen Zeitpunkt unten die Temperatur = 19,°4 anzusetzen. Während des fünften, wohl gegen 15 Minuten währenden Aufstiegs sank unten die Temperatur um 0,°4; die höchste Höhe wird nach 5 Minuten erreicht sein, dann musste unten etwa die Temperatur 19,°5 herrschen. Beim sechsten Aufstieg darf als gleichzeitige Temperatur am Boden 19,°27 angenommen werden. — So erhält man folgende Tabelle, deren letzte Spalte die Temperaturabnahme für 100 m Steigung angiebt.

No.	Zeit	Höhe	Temperatur unten	Temperatur oben	Diff.	Abnahme für 100 m
		m	0	0	0	0
I.	$12^h 20^m$	220	19,0	16,7	2,3	1,04
II.	1 7	210	19,5	17,0	2,5	1,19
III.	2 26	210	19,7	17,0	2,7	1,28
IV.	2 50	200	19,4	17,0	2,4	1,20
V.	3 0	200	19,5	17,2	2,3	1,15
VI.	3 15	190	19,27	17,0	2,27	1,19

Hiernach betrug zwischen 1^h und 3^h (also mit Weglassung des ersten Aufstiegs) in den untersten 200 m die Temperaturabnahme für 100 m = 1,°2.

Die Beobachtungen im Fesselballon mögen jetzt noch anders verwerthet werden. In jeder Reihe wird das Mittel der höheren Lagen (von 150 m an) gebildet, desgleichen das Mittel der dortigen Temperaturen, und hierdurch wird die Temperaturabnahme auf 100 m bestimmt. Bei der zweiten Reihe werden nur die Beobachtungen vor Beginn des Regens benutzt. So entsteht folgende Tabelle:

No.	Zahl der Beobachtungen	Mittlerer Zeitpunkt	Mittl. Höhe	Temperatur unten	Temperatur oben (mittlere)	Diff.	Abnahme für 100 m
			m	0	0	0	0
II.	3	$1^h 7^m$	193	19,5	17,13	2,37	1,23
III.	6	2 24	190	19,7	17,32	2,38	1,25
IV.	2	2 50	190	19,4	17,10	2,30	1,21
V.	2	3 1	175	19,45	17,35	2,10	1,20
VI.	4	3 14	180	19,27	17,25	2,02	1,12

Das Mittel dieser Werthe von $\triangle_{100}$ ist 1,°2 wie vorher. Dieser Betrag der Temperaturabnahme beweist die vollständige Labilität der Atmosphäre zu jenen Beobachtungszeiten.

Es ist nun von Interesse zu bemerken, dass diese Temperaturabnahme keineswegs gleichmässig ist, sondern wesentlich stärker in den tieferen Schichten. Allerdings sind immer nur beim Abstieg Temperaturen in niedrigeren Lagen abgelesen worden, und man könnte einwerfen, dass die hier beobachteten niedrigen Temperaturen auf Rechnung der Trägheit der Thermometer zu setzen seien. Dieser Einwurf erweist sich aber als ungerechtfertigt durch Vergleichung der gleichzeitig auf dem Michaeliskirchthurm in Hamburg in 111 m Höhe über dem Elbspiegel beobachteten Temperaturen, welche waren:

1^h	18,°1		2^h	17,°1	
	17,°3	Ballon ist oben.	3^h	17,°1	Ballon ist oben.
	17,°2			17,°2	
$1^h\ 30^m$	16,°1	einige Tropfen, dann stärkerer Regen.		17,°1	
				17,°6	

Nun nehmen wir von den Ballonbeobachtungen jene, welche in demselben Niveau mit dem Beobachtungspunkt auf dem Michaelisthurm angestellt wurden. Dazu dient die Bemerkung,[1]) dass der Ballonplatz 21 m über der Nordsee, also etwa ebensoviel über der Elbe liegt. Daher ist die Höhe von 90 m des Ballons über dem Boden in demselben Niveau mit dem Beobachtungspunkt auf dem Thurm. In der folgenden Tabelle sind die gleichzeitig auf dem Thurm und in gleicher Höhe im Ballon abgelesenen Temperaturen zusammengestellt. Letztere sind, wo nicht in genau entsprechender Höhe Temperaturablesungen gemacht sind, interpolirt. An den Temperaturen im Ballon ist die erforderliche Correction — 0,°3 angebracht; die oben mitgetheilten Ablesungen auf dem Thurme sind bereits korrigirt. Als Temperatur auf dem Ballonplatz ist bei Fahrt II die 6 Minuten nachher bei der Rückkunft im Regen abgelesene Temperatur benutzt; bei den Fahrten IV, V, VI wurde die gleichzeitig am Boden vorauszusetzende Temperatur durch Interpolation gewonnen.

1) Gefällige briefliche Mittheilung des Herrn Köppen.

No.	Zeit	Temperatur auf dem Thurm	Temperatur im Ballon	Ballonhöhe	Temperatur auf dem Ballonplatz	Abnahme für 100 m
		°	°	m	°	°
II.	1^h 11^m	17,3	17,0	90	18,0	1,1
III.	2 30	17,1	17,0	90	19,4	2,66
IV.	(2 50)	17,1	17,3	90	19,2	2,1
V.	3 5	17,1	17,7	90	19,0	1,4
VI.	3 20	17,3 ?	17,1	80	19,05	2,4

An den beiden in gleichem Niveau liegenden Orten sind also in diesen Fällen Temperaturen beobachtet, die meist nur um 0,°1 bis 0,°3 differiren; nur bei der fünften Fahrt beträgt die Differenz 0,°6, hier jedoch im entgegengesetzten Sinn, als aus etwaiger Trägheit des Thermometers folgen würde. Daher dürfen die im Ballon auch bei schnellem Abstieg beobachteten Temperaturen als hinlänglich zuverlässig gelten. So erkennt man, dass — abgesehen von der Fahrt II, deren Temperaturangaben durch den gleichzeitigen Regen gestört sind — die Temperaturabnahme für 100 m in dieser untersten, nur 90 oder 80 m mächtigen Schicht fast doppelt so stark ist als die vorher bis 200 m hinauf berechnete, nämlich im Mittel der letzten vier Fahrten = 2,°1 auf 100 m, im Mittel aller fünf = 1,°93.

Eine noch schnellere Temperaturabnahme ergiebt sich bei den Fahrten III und IV für die unterste Schicht von 40 oder 50 m Mächtigkeit.

Will man obige mit Fesselballon gewonnenen Werthe der vertikalen Temperaturvertheilung mit sonst schon bekannten Werthen vergleichen, so ist es wesentlich, die Bewölkungsverhältnisse in Betracht zu ziehn. Nach Beobachtungen auf der Plattform des Seewartethurms war die Bewölkung um 12^h, 1^h und 3^h vollständig (= 10), um 2^h 90 % des sichtbaren Himmels; und nach den Beobachtungen, die bei den Fahrten selber angestellt wurden, war nur bei der dritten die Bedeckung keine vollständige; die zweite und sechste aber vollzogen sich sogar z. Th. bei schwachem Regen. Während also diese Beobachtungen bei stärkster Bewölkung, z. Th. sogar bei Regen, angestellt wurden, liegen auf den Hochsommer (Ende Juli und Anfang August) bezügliche Zahlen vor, welche von Glaisher und von Sherman theils bei heiterem, theils bei wolkigem Wetter gewonnen wurden. Auf Grund der in Sprungs Lehrbuch

enthaltenen Angaben sind die auf 100 m berechneten Temperaturabnahmen ($\triangle_{100}$) zwischen 0 und 91,4 m und zwischen 0 und 182,9 m hier mit den Hamburger Zahlen in Vergleich gestellt.

	10^h a — 6^h p[1])	3^h — 4^h p[2]) wolkig	heiter	Hamburg
0— 91,4 m	1,°91	1,°82	1,°88	2,°1 (1,°93)
0—182,9	1,°43	1,°34	1,°54	1,°2

Man erkennt dass $\triangle_{100}$ in Hamburg für die grössere Höhenstufe hinter jenen Werthen zurückbleibt, welche für den Hochsommer bei heiterem oder wolkigem, jedenfalls aber trockenem Wetter durchschnittlich statthaben, — was mit Rücksicht auf die regnerische Witterung bei den Hamburger Fahrten nicht merkwürdig ist. Um so merkwürdiger aber ist es, dass trotz dieses Umstandes der Hamburger Werth von $\triangle_{100}$ für die kleinere Höhenstufe den durchschnittlichen Werth sogar übertrifft.

Das Ergebniss der sämmtlichen bei Luftfahrten angestellten Beobachtungen ist also in Uebereinstimmung mit den Beobachtungsergebnissen an Bergstationen. Sowie sich hier die Temperaturabnahme nach oben ungewöhnlich gross ergeben hatte, so ist auch bei der Münchener Fahrt der Zustand längere Zeit hindurch zweifellos labil; bei der Berliner Fahrt innerhalb der Wolke ebenfalls. Die Hamburger Fahrten haben dauernd während labilen Zustandes stattgefunden. So bestätigt die Witterung des 19. Juni 1889 auf's vollkommenste die Ansicht, die ich in meinem „Ursprung der Gewitter-Elektricität“ S. 10—16 wahrscheinlich zu machen gesucht habe, dass die besonders schnelle Temperaturabnahme nach oben und folglich die besonders niedrige Lage der Isothermfläche 0° charakteristisch sei für die Wetterlage nahe vor Ausbruch eines Gewitters — speciell eines Wärmegewitters.

1) Sprung, Lehrb. d. Meteorologie. Hamburg 1885. S. 89.
2) Ebenda S. 91.

§ 4. Die aufsteigenden Ströme.

Nachdem festgestellt ist, dass die Temperaturabnahme an Bergen um 9^h oder 10^h eine besonders starke war, und dass in der freien Atmosphäre bei München bereits um 9^h und dann wieder von $10—11^h$ der Zustand labil oder fast labil war — was auch bei Berlin von $9\frac{1}{2}—10^h$ sich bestätigt —, so erscheint es als eine nothwendige Folge dieses labilen Zustandes, dass im Laufe des Vormittags, und besonders von 9^h an, vielfach aufsteigende Luftströme entstehen mussten. Sobald ein solcher Strom so weit vordringt, dass der mitgeführte Wasserdampf den Thaupunkt erreicht, muss der Strom in seiner weiteren Fortsetzung als säulenförmig aufsteigende Haufwolke erscheinen. Und in der That ist dies der Inhalt einer grossen Anzahl von Nachrichten der Beobachter. Die folgende kleine Zusammenstellung giebt zuerst Nachrichten aus den Alpen, etwa in der Reihenfolge von W nach O, und dann solche aus dem Vorgelände und dem Flachland.

Gäbris bei Gais. 7^h blockförmige Bewölkung.

Kempten. 7^h wolkenlos; in den Bergen steigen Nebel auf.

Sulzschneid. 7^h heiter; in der Tiefe Nebel, die in die Höhe steigen. $8—9^h$ leichte Wolken aus W, $9—10^h$ stärkere Wolkenbildung, ziehend aus N, $10—12^h$ Gewitterwolken im S, $12^h\,50^m$ Gewitter im S.

Füssen. 8^h erscheinen kleine Wolken an einzelnen Bergspitzen, $10—11^h$ grössere Wolken an einzelnen Bergen im W, 8—900 m über dem Thal; $12^h\,20^m$ kleines Gewitter im Osten.

Mittenwald. 7^h Berge ganz frei, doch im SW ein geschlossener Wolkenzug; 9^h Wettersteinspitze in eine Wolke gehüllt; $9—10^h$ steigen überall einzelne Wolken auf; 12^h S und W ganz mit Gewitterwolken bedeckt.

Rothholz bei Jenbach. Seit 9^h erscheinen Haufwolken.

Hirschberg am Tegernsee. 8^h Nebelhaufen steigen vom Flachland in die Höhe; gegen 1^h Gewitter im S.

Wendelsteinhaus. $7\,{}^1/_2{}^h$ Nebel steigen aus den Thälern und nehmen Cumulusformen an; $8^h\,50^m$ Nebel steigen mehr auf, die Thäler dampfen, die Aussicht wird schlecht; $9^h\,30^m$ alle Gipfel durch Nebelschwaden verhüllt, das ganze Flachland im Nebel; $1\,{}^1/_2{}^h$ Gewitter.

Schleching. 9^h Stockwolken; 3^h Gewitter.

Salzburg. 8^h in den Bergen Dunst, über den Bergen säulenförmige cumuli; 9^h, 10^h und 11^h an den Bergen grosse cumuli.

Schafberg in Oberösterreich (1776 m). $9—10^h$ Thalnebel steigend, 10^h Gewitterwolken, 11^h und 12^h Wolken in gleicher Höhe wie der Schafberg, 1^h Gewitterwolken höher als der Schafberg; 2^h Gewitter gegen S.

Sonnblick in den Tauern (3100 m). 7^h Nebeltreiben aus SW, aufsteigender Nebel; 9^h Gewitterwolken im S und SW; 1^h im Nebel, es fängt an zu regnen bis 4^h, dann

Gewitter und Schneefall bis 7^h, dann aufheiternd und ringsum Gewitterwolken mit ruhigem Stand; so auch Abends 9^h.

Mussenhausen. 9^h trübt sich der Sonnenschein; 11^h bilden sich Stockwolken wie zu einem Gewitter im SW.

Krumbach. 9^h bilden sich kleine cumuli, von SE nach NW ziehend.

Iffeldorf. Seit 8^h bilden sich starke Wolken am Gebirge (Benediktenwand); $2^h 24^m$ Gewitter.

Pittenhart. $11-12^h$ obere Wolken aus W, Gewitterwolken stabil.

Ergoldsbach. 10^h cumuli sich bildend ohne wahrnehmbare Zugrichtung.

Straubing (Beobachterstandpunkt: Stadtthurm). $10^1/_2{}^h$ bilden sich überall cumuli, sie bleiben im Ganzen an ihrem Platz, verändern sich aber stark. Im S. eine dichte Wand von ci-cu bis ci-str; auch $12-1^h$ ringsum cu, sehr wechselnd, aber kaum fortschreitend.

Ansbach. Nach 9^h erscheinen cumuli. U. s. f.

Wo möglich noch unmittelbarere Nachricht von der Wolkenbildung und von aufsteigenden Luftströmen geben die Beobachtungen im Luftschiff.

In der Beschreibung [1]) der Fahrt des Ballon Herder heisst es: „An der Grenze der beiden Windzonen fand eine grossartige Wolkenbildung statt". Dass diese Wolken aber ausschliesslich cumuli waren, sagen die Notizen der v. Sigsfeld'schen Beobachtungstabelle (S. 607).

Bei der Fahrt des Ballons Nautilus von Berlin aus machte Herr Gross folgende Beobachtungen [2]): „Von 9^h ab bewölkte sich der Himmel sehr schnell; mächtige Kumuluswolken entstanden vor uns, deren Köpfe weit über uns emporragten. Sehr bald entzogen uns die immer massiger werdenden Wolken zeitweise den erwärmenden Einfluss der Sonne. . . . Um $9^h 17^m$ (640 mm) stieg vor uns eine an ihrem unteren Rande tief blauschwarze mächtige Wolke rapide auf, indem sie sich gleichzeitig immer näher auf den Ballon zuwälzte". Das Beobachtungsjournal berichtet schon $9^h 50^m$ von „dicken Regenwolken", und $9^h 51^m$ vom Eintritt des Ballons in eine Wolke [3]): „Die Temperatur sank schnell unter den Gefrierpunkt herab, die Korbleinen, unsere Uniformen und Bärte bereiften, das nasse Thermometer fror ein, das trockne bedeckte sich beim Schleudern mit einer dicken milchigen Eiskruste. Gleichzeitig wurden wir durch den in der Wolke tobenden Wirbel-

1) Münchener Neueste Nachrichten a. a. O.
2) Zeitschr. f. Luftschifff. a. a. O. S. 253.
3) Ebenda S. 254.

wind erfasst, durch den der Ballon, bisher ein Urbild der Ruhe, hin und her geschleudert wurde. Die Nebelschichten der Wolke rasten wild durch einander um uns herum".

Sehr interessant heisst es auch in der Beobachtungstabelle des Ballons Orion, der in Berlin von derselben Stelle aus, zehn Minuten früher als der Nautilus, aufgestiegen war[1]: „9^h 35^m (612 mm). Eine aus dem Scharmützelsee aufsteigende Wolke nimmt uns mit hoch". Schon 10 Minuten später (9^h 45^m) lautet die Aneroidablesung 572 mm.

Durch alle diese verschiedenen Nachrichten ist unzweifelhaft erwiesen, dass am Vormittag des 19. Juni 1889, besonders von 9^h an, in Deutschland und in den südlich angrenzenden Alpen an den verschiedensten Orten zahlreiche Luftströme unter Haufwolkenbildung aufstiegen.

§ 5. Die Höhe der beginnenden Condensation.

Die untere Wolkengrenze der Cumuli kennzeichnet die Höhe, in welcher der aufsteigende Strom seinen Sättigungszustand erreicht. Nun liegen aus dem Laufe des Vormittags mehrere Beobachtungen von Wolkenhöhen (über dem Meere) vor, bei denen Berge als Pegel gedient haben. Aus der Lang'schen Abhandlung seien hier, unter gleichzeitiger Benutzung der Originalmittheilungen, einige Angaben hergesetzt:

Oberstdorf. 7^h alle Spitzen frei.
$9-10^h$ etwas über 2000 m (Nebelhorn, Ifen, Widderstein, Hochvogel, Höffatspitze).
11^h 1600—1700 m (Söllereck).
12^h 2600 m (Fellhorn).
Füssen. 9^h 1600—1700 m (nämlich 800—900 m über dem Thale).
12^h 1900 m (Säuling).
1^h fast alle Berge frei.
Lenggries. 8^h 1600 m (cumuli hüllen die Spitze des Brauneck und Waxenstein theilweise ein).
11^h Berge frei.
Rothholz bei Jenbach. 9^h 1460 m (nämlich cumuli 910 m über dem Thal).
12^h 2230 m (Nebel auf Sonnenwendjoch).
Wendelstein. 9^h cu am Miesing und im W bis 1500 m herab.
Schleching. $7-8^h$ 1200 m.
12^h 1680 m (Haidenholzalpe und Kampenwand).
Vorher (10^h circa) tiefer, nämlich unter der Haidenholz- ud Wuhrsteinalpe.
Schafberg. 11^h 1775 m (nämlich in gleicher Höhe wie der Schafberg), vorher niedriger, nämlich aus den Thälern aufsteigend, nachher höher.

1) Ebenda S. 262.

Man kann aus dieser Zusammenstellung entnehmen, dass um 9—10^h die untere Wolkengrenze meist in etwa 1500—1600 m Seehöhe sich befand, jedoch im W etwas höher.

Noch unmittelbarere Nachricht von der Höhenlage der unteren Wolkengrenze geben die Ballonbeobachtungen. Bei der Münchener Fahrt wurden notirt (vgl. S. 607):

9^h 40^m, 1000 m über der Sternwarte, also 1529 m Seehöhe: cumuli ringsum.

10^h 0^m, 1554 m Seehöhe: cumuli östlich, Aureole.

Weil letztere Erscheinung das Vorhandensein von Tröpfchen um den Kopf des Beobachters beweist, so war der Ballon hier im Randgebiet einer Wolke.

9^h 50^m, 1664 m Seehöhe: cumuli unter uns.

Hiernach darf man annehmen, dass um 9½ bis 10^h die untere Wolkengrenze etwa in 1500 m Seehöhe gelegen haben wird. Uebereinstimmend hiermit heisst es in der Beschreibung der Fahrt [1]): „Es war möglich, den Ballon von 7^h 30^m bis 11^h 30^m im Allgemeinen in der Nähe der besagten beiden einander entgegengesetzten Luftströmungen und damit in der wolkenbildenden Zone zu erhalten. So oft das Luftschiff die Höhe von etwa 1000 m (N. B. über dem Abfahrtsort, also 1529 m über dem Meere) überstieg, gelangte es in die obere Windzone und wurde in östlicher Richtung abgetrieben". Hier ist also ebenfalls die Meereshöhe von etwa 1500 m als Höhe der unteren Wolkengrenze erkennbar. Freilich schon um 10^h 50^m lag diese Grenze wesentlich tiefer; denn um diese Zeit heisst es im Beobachtungsjournal (in 1394 m Seehöhe): cumuli unter uns! — Ueberhaupt herrschte keineswegs gleichmässige Vertheilung der Luftfeuchtigkeit; z. B. gleich beim Beginn der Fahrt wurde notirt: „7^h 55^m. Bei 270 m über dem Boden Nebel, obere Grenze bei 450 m". Somit lag um diese Zeit eine 180 m mächtige Wolke bereits in 800 m Seehöhe.

Bei der Berliner Fahrt des Nautilus heisst es im Beobachtungsjournal: 9^h 5^m 622 mm (1755 m Höhe): „Es bildet sich ganz plötzlich eine mäch-

1) Münchener Neueste Nachrichten a. a. O.



tige dunkle Wolke unter uns". Somit war der Punkt der beginnenden Condensation unterhalb 1755 m. Ferner aber heisst es: $9^h 51^m$ 609 mm (1935 m Höhe): „Unterer Rand der Wolke". Also hatte dieser Rand seine Höhenlage mittlerweile um ein paar hundert Meter geändert.

Die Temperaturen, welche in jenen Höhen beginnender Condensation herrschten, sind durch die Ballonbeobachtungen ebenfalls bekannt. Bei der Münchener Fahrt wurden um $9^h 40^m$ und $10^h 0^m$ in 1529 und 1554 m Seehöhe 10,°8 und 10,°0 beobachtet; dies sind solche Temperaturen, dass die vom Boden bis dahin stattfindende Temperaturabnahme 0,°89 und 0,°986 auf 100 m betrug. Beide Abnahmen sind sehr beträchtlich; letztere schon beinahe gleich der adiabatischen eines ohne Condensation aufsteigenden Lufstromes. Von hier an stieg der Strom mit Condensation auf, d. h. hier begann die Wolkenbildung.

Die bei der Berliner Fahrt nahe der unteren Wolkengrenze beobachteten Temperaturen (5,°0 5,°5 3,°5) waren solche, dass die vom Boden bis dahin stattfindende Temperaturabnahme auf 100 m betrug:

um	9^h 2^m	in 1810 m	Höhe	0,°82
„	9 39	„ 1605 „	„	0,°97
„	9 50	„ 1995 „	„	0,°89.

Auch diese Temperaturabnahmen sind sehr beträchtlich; und namentlich jene bis 1605 m entspricht wieder beinahe der trocken adiabatischen.

Schliesslich soll nun noch der Versuch gemacht werden, in einigen durch die Beobachtung kontrollirbaren Fällen die Höhenlage der unteren Wolkengrenze auf dem Wege der Rechnung zu ermitteln; d. h. es soll auf Grund des bekannten Zustandes der Luft am Boden berechnet werden, bis zu welcher Höhe ein vom Boden aufsteigender Luftstrom vordringen muss, damit der mitgeführte Wasserdampf sich kondensire. Die Aufgabe ist vermittelst der bekannten graphischen Methode von Hertz leicht lösbar.

In Rothholz bei Jenbach (536 m Meereshöhe) wurde um 9^h beobachtet: 718,2 mm; 19,°8; Dampfspannung 11,3 mm; relative Feuchtigkeit 66 %. Weil bei diesem Zustande 14,9 g Wasserdampf im kg feuchter Luft zur Sättigung erforderlich sein würden, so erkennt man als thatsächlich vorhanden 9,83 g Wasserdampf im kg feuchter Luft.

Beim Aufsteigen muss Condensation eintreten, wenn Druck und Temperatur auf 653 mm und 11,°8 gesunken sind. Die zugehörige Höhe über dem Boden berechnet sich zu 810 m, d. i. 1346 m Seehöhe.

In München wurde um $9^h\,40^m$ auf der Sternwarte (529 m Meereshöhe) und auf der meteorologischen Centralstation (525 m Meereshöhe beobachtet:

	Luftdruck	Temperatur	Dampfspannung	Rel. Feuchtigkeit
Sternwarte	716,8 mm	19,°67	12,47 mm	73 %
Centralstation	717,1 mm	20,°5	12,1 mm	68 %

Aus diesen Daten leitet man (nach Hertz) ab, dass die Condensation eintreten musste bei

665 mm und 13,°5	d. h. in Höhen über dem Boden	639 m = 1168 m	Meereshöhe.
658 mm und 13,°1		734 m = 1259 m	„

In München wurde um 10^h beobachtet:

Sternwarte	716,8 mm	20,°1	12,4 mm	71 %
Centralstation	717,1 mm	21,°0	12,1 mm	66 %

Hienach sollte Condensation eintreten bei

662 mm und 13,°35	d. h. in den Höhen	678 m = 1207 m	Meereshöhe.
650 mm „ 13,°0		839 m = 1364 m	„

Vergleichen wir nun diese berechneten Höhen der unteren Wolkengrenze über dem Meer mit den beobachteten:

			beobachtet	berechnet	Differenz
Rothholz	9^0		1460 m	1346 m	114 m
München	Sternwarte	$9^h\,40^m$	1529 m	1168 m	361 m
„	Centralstation		1529 m	1259 m	270 m
„	Sternwarte	$10^h\,0^m$	1554 m	1207 m	347 m
„	Centralstation		1554 m	1364 m	190 m

Die Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung sind gross, besonders wenn man bedenkt, dass die fraglichen Luftsäulen in Wahrheit etwa 530 m niedriger sind, da der Boden selbst diese Meereshöhe besitzt. Zudem zeigt sich, dass alle Abweichungen dasselbe Vorzeichen haben: die Condensation erfolgt thatsächlich in grösserer Höhe als

errechnet. Also muss irgend ein wesentlicher Umstand bei der Rechnung unberücksichtigt geblieben sein.

Wenn z. B. das Aufsteigen nicht vom Boden aus erfolgt, sondern von einem höheren Niveau, und wenn in diesem etwa dieselbe Temperatur herrscht wie am Boden (was nach Ausweis nächtlicher Luftfahrten im Hochsommer sicher in den Morgenstunden oft der Fall ist), so kann die Condensation erst in grösserer Höhe beginnen.

Eine andere mögliche Ursache obiger Nichtübereinstimmung könnte in etwaiger Uebersättigung[1]) gesucht werden. Jedoch geben die v. Sigsfeldschen Beobachtungen nie eine Andeutung von Uebersättigung, vielmehr nur zweimal einen 90 % überschreitenden Betrag der relativen Feuchtigkeit, nämlich um $9^h\ 30^m$ in 1609 m Seehöhe 93 %, und um $11^h\ 0^m$ in 1629 m 91 %; dagegen um $9^h\ 40^m$ in 1529 m nur 85 %, und um $10^h\ 0^m$ in 1554 m gar nur 80 %.

§ 6. Die Wetterlage um 11 Uhr Vormittags.

Ehe die Wolken in ihrem Aufsteigen weiter verfolgt werden, überzeugen wir uns noch kurz davon, wie sich mittlerweile die Wetterlage in den späteren Vormittagsstunden gestaltet hat. Hierzu verhilft besonders die von Lang für 11^h a m gegebene kartographische Darstellung von Luftdruck, absoluter und relativer Feuchtigkeit, Bewölkung und Temperatur.

Der Luftdruck ist über ganz Süddeutschland um 11^h geringer als um 8^h, seine Extreme betragen jetzt nur 759 und 762 ½ mm. Das vom Bodensee durch die nördlichen Voralpen nach Osten sich erstreckende Minimalgebiet hat sich etwa in seiner früheren Gestalt erhalten; die beiden Depressionscentra sind nach wie vor deutlich darin unterscheidbar, ihr Druck ist aber von dem früheren Werthe 761 auf 759 herabgegangen. (Letzteres trifft auch noch für 2^h zu, doch sind die Druckdifferenzen alsdann noch geringer geworden.) Beide Depressionscentra werden cyklonal von schwachen Winden umkreist.

Die relative Feuchtigkeit zeigt 2 Maximalgebiete (70 %); das eine bedeckt den Bodensee und die westlich von ihm liegenden Gegenden.

1) Vgl. v. Bezold a. a. O. S. 2—9.

Das andere, charakteristischere ist ungefähr am früheren Orte: es fällt fast genau mit dem Gebiet geringsten Luftdrucks zusammen, noch ausgeprägter als um 8^h; es erstreckt sich nämlich von W nach E über die nördlichen Voralpen und das Alpenvorland vom Isarursprung bis nach Berchtesgaden.

Die Bewölkung hat wesentlich zugenommen; ihr Maximum (über $^8/_{10}$ der sichtbaren Himmelsfläche) findet sich nordöstlich vom Bodensee und über den nördlichen Voralpen mit einer geringen Unterbrechung beim Wettersteingebirge.

Die Temperatur ist in Süddeutschland überall auf 20 bis 22° gestiegen, in Nordbaden und der Rheinpfalz auf 23°.

Nicht ohne Interesse ist ein Blick auf die Meldungen der einzelnen Stationen über die zu dieser Vormittagszeit (etwa 10^h oder 11^h) beobachtete Wetterlage. Die meisten Orte notiren schwache Winde, welche im Laufe des Vormittags die halbe Windrose oder mehr durchlaufen. Auffällig ist jedoch der Umstand, dass vielfach um 10^h oder 11^h eine plötzliche Aenderung der Windrichtung berichtet wird, wie folgende Auswahl von Nachrichten zeigt.

Cassel. 10^h untere cu aus S, obere aus N.
$11-1^h$ untere cu aus NNE, obere aus SSW.
Deisenhofen. $10^1/_2{}^h$ NW_2, vor- und nachher ENE.
Ehingen. $7-9^h$ NNE, $10-11^h$ E.
Ergoldsbach. $10^h 10^m$ dreierlei Luftströmungen über einander: ei wellenförmig aus SW, cu aus SE, gestreifte Wolken aus NW.
Friedrichshall bei Heldburg. Bis 11^h N_{1-2}, dann SW_2.
Geisenheim. 9^h SSW_1, 10^h ESE_2.
Hechingen. $9-11^h$ N_2, dann SW_1.
Hergensweiler. $8-9^h$ N_2, $10-11^h$ E_4, cu um 10^h aus NNE, um 11^h aus WSW.
Hohenpeissenberg. 9^h SW_2, 10^h NW_2.
Hörlkofen. $7-11^h$ E_2, nur 10^h NE_2.
Krumbach. $9-12^h$ S, nur 10^h SE.
Landshut. Bis 11^h SE_2, dann SW_2.
Lenggries. Bis 10^h NNW, dann NNE.
Mussenhausen. $7-9^h$ E_2, 10^h S_2, dann SW_2.
Moosburg. Bis 10^h E_2 oder ESE_2, dann SW_2.
Oberdorf. $9-12^h$ cu aus NW, nur um 11^h aus W.
Oberstdorf. 11^h NE_2, vor- und nachher SE.
Osterhofen. Vormittags immer E, nur 11^h NE.
Passau. 10^h E_1, vor- und nachher SW.
Pittenhart. $9-10^h$ untere Wolken aus W, obere (flockig) aus E, seit 11^h auch aus W.
Rott am Inn. 9^h N_4, 10^h E_4, 11^h W_4.

Schafberg. 11^h veränderlicher Wind, vorher WSW, nachher W.
Scheyern. Bis 10^h ENE_3, von 11^h N_3.
Speyer. Bis 10^h NE_2, dann SE_2.
Weihenstephan. Vormittags immer E_2, nur um 10^h SE_2.

Manche Orte berichten auch von Windstille zu dieser Zeit:

Kissingen. 9—11^h still, vor- und nachher NE.
München Centralstation. Bis 10^h ENE bis still, dann schwacher E.
München Sternwarte. 11^h obere Wolken unbewegt, vorher aus NE, nachher aus W.
Salzburg. Von 11^h an still, vorher NW und N.
Weissenburg am Sand. 10^h still, jedoch untere Wolken aus SW. Vorher NWwind, nachher NE_2.
Würzburg. 11^h still.

Dass gegen 10^h besonders starke Haufwolkenbildung eintrat, wurde schon (§ 4) durch einige Nachrichten belegt. Ergänzend seien hier noch einige weitere Meldungen angeführt.

Säntis. 11^h starke Bewölkungszunahme.
Kohlgrub. 10^h allgemeine Bewölkungszunahme.
Altstätten und Sonnblick haben um 10^h ein Bewölkungsmaximum.
Rott am Inn. 10^h sehr dunstig.
Lindau. Dunstig bis 10^h.
München. Dunst den ganzen Vormittag, nur merkwürdigerweise $10^1/_2{}^h$ auf kurze Zeit verschwunden.

Mit Rücksicht auf die gerade um 10^h oder 11^h besonders starke Haufwolkenbildung ist es nicht verwunderlich, dass um diese Zeit hier und da auch schon einige Regentropfen fallen; so in Bregenz um $10^1/_2{}^h$, Friedrichshafen 10^h 50^m, Hergensweiler 10^h, Immenstadt 11^h, Schloss Zeil 11^h 12^m, Wildpoldsried 10^h 36^m.

In augenscheinlichem Zusammenhange mit der Bewölkungszunahme gegen Mittag hin steht der eigenthümliche Gang der Temperatur an vielen Stationen, den die von Lang a. a. O. gegebene Tabelle III erkennen lässt. Ein Rückgang oder wenigstens Stillstand der Temperatur zeigt sich hier

von 9^h — 10^h in 5 Fällen,	von 11^h — 12^h in 14 Fällen,
„ 10 — 11^h „ 5 „	„ 12 — 1 „ 10 „

Auch in Spandau sank die Temperatur von 11^h— 12^h, desgleichen auf dem Säntis von 11^h— 12^h 50^m; in Chemnitz in Sachsen von 11^h — 2^h; in Hamburg auf dem Michaeliskirchthurm von $12^1/_4{}^h$ an für einige Mi-



nuten, noch ehe Tropfen fielen. — Indessen nicht in allen diesen Fällen ist der Temperaturrückgang dadurch zu erklären, dass die Bewölkung gerade am Beobachtungsorte zugenommen hat. Für Kirchberg ist z. B. an beiden Terminen ausdrücklich helles Wetter bezeugt, und für Chemnitz an zwei Terminen (11^h und 12^h) Sonnenschein bei halbbedecktem Himmel. Hier ist wohl anzunehmen, dass kühlere Luft entweder aus benachbarten, stärker bewölkten Gegenden, oder vielleicht auch aus der Höhe herbeigeströmt ist.

§ 7. Die Erreichung der Eisregion.

Nachdem, hauptsächlich auf Grund süddeutscher Nachrichten, nachgewiesen ist (§ 4), dass im Laufe des Vormittags, besonders seit 9^h, über weiten Gebieten Deutschlands zahlreiche aufsteigende Luftströme sich entwickelten, und nachdem die Höhe ermittelt ist (§ 5), in welcher innerhalb dieser Ströme Condensation eintrat, soll jetzt die weitere Temperaturabnahme in den unter Condensation aufsteigenden Strömen verfolgt werden bis dahin, wo die Abkühlung bis 0^0 vorgeschritten ist. Auch diese Aufgabe ist vermittelst der graphischen Methode von H e r t z ohne Weiteres lösbar.

Bei der M ü n c h e n e r B a l l o n f a h r t wurde um $10^h\,0^m$ bei 1554 m Seehöhe i m Wolkenrand beobachtet $10,^0 0$ und 635,1 mm Luftdruck. Ein unter Condensation von hier weiter aufsteigender Luftstrom muss bei 512 mm, d. h. nach Steigung um weitere 1764 m oder in einer Meereshöhe von etwa 3320 m die Temperatur 0^0 erlangen.

20 Minuten zuvor wurde in 1529 m Seehöhe — während sich ringsum cumuli befanden — beobachtet $10,^0 8$ und 637,1 mm. Unter der Annahme, dass hier der Ausgangspunkt eines unter steter Condensation aufsteigenden Luftstromes sei, findet man für den Eintritt der Temperatur 0^0 den Druck 503 mm, wozu ein Anstieg um 1894 m, also die Erreichung einer Meereshöhe von 3423 m erforderlich ist. — Diese beiden Ergebnisse stimmen hinlänglich überein. Zur Zeit der Münchener Ballonfahrt hatten die aufsteigenden Haufwolken diese Höhe aber noch nicht erreicht; denn um $11^h\,0^m$ befand sich der Ballon dicht über den Wolken in einer Meereshöhe von 1629 m, und um $11^h\,27^m$ in 2080 m Höhe hatte er die obere „Grenze des Dunstes“ erreicht.

Bei der Berliner Fahrt trat der Ballon um $9^h\,51^m$ in den unteren Rand einer Wolke bei 1935 m Höhe über dem Abfahrtsort (welcher selbst etwa 37 m über dem Meeresspiegel liegt); der Druck betrug 609 mm. Die Temperatur war 1 Minute vorher $3,^0 5$ gewesen und das in einer um 60 m grösseren Höhe; 3 Minuten nachher war sie nur $1,^0 5$. In Ermangelung eines anderweitigen bestimmten Anhaltspunktes möge sie zu $3,^0 0$ angenommen werden. Der unter Condensation aufsteigende Strom muss bei 572,2 mm, d. h. nach einer Steigung um 504 m oder in 2439 m Höhe die Temperatur 0^0 erlangen. In Wahrheit wurde diese Temperatur schon bei 580 mm Druck, also nach einer Steigung um 395 m oder in einer Höhe von 2330 m angetroffen. — Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist also wenigstens leidlich gut.

Bedingung für das Aufsteigen eines Luftstromes ist, dass die Temperatur ausserhalb desselben schneller abnehme als innerhalb, weil nur so die in der erreichten Höhe schon vorhandene Luft schwerer als die emporgestiegene ist, also nur so ein Antrieb zum Weitersteigen vorhanden ist. Bei der Berliner Fahrt sind einige Zahlen gewonnen, welche mit diesen Schlüssen übereinstimmen. Nämlich der untere Wolkenrand lag $9^h\,51^m$ in 1935 m Höhe über der Abfahrtsstelle und hatte die Temperatur $+\,3,^0 0$ (ungefähr). Dagegen herrschte um $10^h\,16^m$ in 3040 m Höhe innerhalb der Wolke nahe unter ihrem oberen Rande die Temperatur $-\,4,^0 0$, so dass in der Wolke auf einen Höhenunterschied von 1105 m eine Temperatursenkung von $7,^0 0$ kam oder durchschnittlich $0,^0 63$ auf 100 Meter. — Hingegen wurde um $9^h\,50^m$ dicht vor dem Eintritt in die Wolke bei 1995 m Höhe $+\,3,^0 5$, und um $10^h\,22^m$ bald nach dem Austritt aus dem oberen Wolkenrande in 3305 m Höhe $-\,6,^0 0$, also auf einen Höhenunterschied von 1310 m eine Temperatursenkung von $9,^0 5$ beobachtet, d. i. $0,^0 73$ auf 100 Meter.

Daraus, dass die Temperaturabnahme nach oben innerhalb des unter Condensation aufsteigenden Stroms, d. h. innerhalb der Wolke, eine langsamere ist als ausserhalb, folgt nothwendig, dass die Isothermfläche 0^0 ausserhalb eine niedrigere Höhenlage haben muss als in der Wolke. Diese Fläche musste also in der Gegend von München gegen 10^h Vormittags etwa in 3300 m Meereshöhe (oder nur wenig höher) liegen, in der Berliner Gegend aber 1000 m tiefer.

Hier möge man sich nun einiger am Schluss des § 2 angeführter Cirrusbeobachtungen erinnern, wonach vier verschiedene Beobachter übereinstimmend vom Herabsinken und Sichauflösen der Cirruswolken Nachricht geben. Wenn nun die Eiskrystalle solcher Wolken, in tiefere und wärmere Luftschichten herabsinkend, sich in Dampf verwandeln, so muss durch Verdunstungskälte eine wesentliche Abkühlung dieser Schichten herbeigeführt werden. Hierin kann sehr wohl ein Grund für ein besonders tiefes Herabsinken der Isothermfläche 0^{0} liegen.

Wie gross diese Abkühlung gelegentlich sein kann, lehrt folgendes Beispiel: Die Eiskrystalle mögen die Temperatur 0^{0} haben und so vereinzelt sein, dass sich etwa 0,001 g im Liter Luft befinden. Die bei der Verdampfung von Eis von 0^{0} verbrauchte Wärmemenge ist gleich der Summe seiner Schmelzwärme und der Verdampfungswärme des Wassers von 0^{0}, also hier $= 0{,}001 \cdot (80 + 607) = 0{,}687$ Grammcalorien. Diese Wärme wird dem Liter Luft entnommen. Der Vorgang möge in etwa 3000 m Seehöhe, also bei etwa 534 mm Druck vor sich gehn. Ein solches Liter Luft wiegt 0,909 Gramm. Entnimmt man ihm obige Wärmemenge, so beträgt die Abkühlung t^{0}, wo t aus der Gleichung folgt

$$0{,}909 \cdot 0{,}2377 \cdot t = 0{,}687,$$

wenn 0,2377 die specifische Wärme der Luft bei constantem Drucke ist. So folgt $t = 3{,}^{0}18$. Also die Verdampfung eines Milligramms Eis von 0^{0} in 1 Liter Luft in 3000 m Höhe bewirkt eine Temperatursenkung dieses Liters um mehr als 3^{0}.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieser Umstand geeignet ist, das Empordringen aufsteigender Luftströme in grosse Höhen wesentlich zu befördern.

Verfolgen wir nun die aufsteigenden Ströme noch weiter! Die bei der Berliner Fahrt in der Wolke angestellten Beobachtungen lehren unmittelbar, dass die Nebeltheilchen der Wolke „nicht gefroren waren, obgleich bis 7^{0} Kälte in ihnen herrschten. Erst beim Ansetzen an die Kleider und das Tauwerk des Ballons erstarrten sie zu Reif und bildeten um die Instrumente eine Eiskruste von milchigem Ansehen“.[1]) Schon frühere Beobachtungen des Herrn Assmann auf dem Brocken hatten

1) a. a. O. S. 257.

gelehrt, dass die Wolken im Winter vielfach aus überkältetem Wasser bestehen. Vermuthlich ist der Vorgang sogar in der Regel der, dass die Tröpfchen beim weiteren Aufsteigen zunächst nicht sofort gefrieren, sondern dass sie sich merklich überkälten: ein Vorgang, auf dessen grosse Wichtigkeit für das Verständniss der Hagelbildung und der plötzlichen Luftdrucksteigerung bei plötzlicher Auslösung der Ueberkältung zuerst Herr v. Bezold nachdrücklich hingewiesen hat.

Mit Erreichung der Temperatur 0^0 ist also noch nicht sogleich auch die Eisregion erreicht; indessen kann dieselbe nicht mehr fern sein. Denn wenn die Tröpfchen nicht erstarren, so wird keine Wärme erzeugt, und daher muss der bis 0^0 abgekühlte Luftstrom bei weiterem Aufsteigen sich weiter abkühlen. Alsdann aber muss der fortan sich kondensirende Dampf unmittelbar als Eis sich niederschlagen. Auf diese Art trägt der Luftstrom ein Gemisch von überkalteten Wassertröpfchen und kleinsten Eistheilchen empor. Die Zahl der letzteren wird besonders bei schnellem Aufsteigen nicht unbeträchtlich sein. Bei den unregelmässigen inneren Bewegungen dieser emporstrudelnden Wolke und der verschiedenen Fallgeschwindigkeit der Wasser- und Eistheilchen in der widerstehenden Luft ist nun offenbar nicht selten Gelegenheit zur Berührung der Tröpfchen mit Eistheilchen gegeben, wobei sofort Erstarren der Tröpfchen eintreten muss. Da dieser Process überall durch den ganzen Querschnitt des aufsteigenden Stroms hin stattfindet, so muss diese „Auslösung der Ueberkaltung“ über eine grössere Fläche hin merklich gleichzeitig vor sich gehen, wodurch mir die von Herrn v. Bezold hervorgehobene Schwierigkeit [1]) im Wesentlichen beseitigt zu sein scheint.

§ 8. Der Gewitter-Ausbruch.

Während im Flachlande die Gewitter vielfach erst um 4^h, 6^h oder noch später gegen Abend auftraten, kamen sie an einzelnen Stellen der Alpen schon Mittags zum Ausbruch (Gäbris bei Gais 12^h, Ettal 12^h, Mittenwald $12^h\,5^m$, Füssen $12^h\,20^m$ u. s. f.), in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass hier gegen Mittag geringster Druck, höchste relative Feuchtigkeit und hohe Temperatur gleichzeitig vorhanden waren. Die

1) a. a. O. S. 28.

Zusammenstellung von Wolkenhöhen (§ 5) lehrt, dass bis zu diesem Zeitpunkt (12^h) sicher das Aufsteigen der Luftströme fortgedauert hat. Denn überall finden sich dort die Wolken um 12^h in grösserer Höhe als vorher. Das bis über Mittag hinaus dauernde Aufsteigen wird ferner durch die Beobachtungen einiger Bergstationen ausdrücklich bezeugt. Man vergleiche hierzu die oben mitgetheilten Beobachtungen vom Schafberg und Sonnblick (§ 4).

Verknüpfen wir nun folgende Thatsachen: Im Voralpengebiet lag um $9-10^h$ die untere Wolkengrenze, wie § 5 gezeigt, in 1500—1600 m Meereshöhe, im W sogar etwas höher. Die Mächtigkeit der Haufwolken aber kann nach Analogie der bei der Berliner Fahrt gemessenen Mächtigkeit (§ 3) sicher durchschnittlich zu 1000 m oder mehr angenommen werden, so dass die Wolkenköpfe etwa bis 2600 m hinaufragten. Das Aufsteigen dauerte bis Mittag oder noch länger, also mindestens noch 3 Stunden fort. Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, dass die emporströmenden Luftmassen an vielen Orten schon gegen Mittag bis zur Eisregion vorgedrungen sind, denn diese begann, wie gezeigt, in Süddeutschland damals schon zwischen 3000 und 4000 m Meereshöhe. Und mit der Erreichung dieser Höhe kamen dann die Gewitter zum Ausbruch.

Dass in der That auch bei den Gewittern dieses Tages das Eis eine gewisse Rolle gespielt hat, wird durch mehrere direkte Nachrichten über das Auftreten von Eis beim Gewitter bezeugt. Auf dem Sonnblick (3095 m) regnete es von 1 bis 4^h p m, dann trat Gewitter mit Schneefall ein bis 7^h. In Egenried bei Obersöchering fielen etwa um 1^h kleine Hagelkörner. Um $6^h 35^m - 8^h 30^m$ fiel in Biburg sehr starker Regen, vermischt mit Hagel. In München wurde auf der Sternwarte um $6^h 25^m$, auf der Centralstation 10 Minuten später Hagel mit Regen beobachtet. Auch aus Baden, Württemberg, Sachsen und Preussen liegen von diesem Tage beziehungsweise 6, 4, 4 und 32 Meldungen über Hagel vor.

Bis hierher haben wir es nur mit den Ergebnissen unmittelbarer Beobachtungen oder doch mit einfachen Schlussfolgerungen aus denselben zu thun gehabt. Der Process des eigentlichen Gewitterausbruchs dagegen, die Entstehung der grossen Elektricitätsmengen und hohen elektrischen Spannungen, ist bisher noch nicht der direkten Beobachtung zugänglich gewesen. Hier tritt also die Hypothese ein. Nach meiner Ansicht ist

das Auftreten der grossen Mengen hochgespannter Elektricität auf Reibungsvorgänge zwischen Wasser- und Eistheilchen in der Höhe zurückzuführen. Das Gewitter währt so lange, als diese Reibungsprocesse dauern. Aber es ist begreiflicher Weise schwierig, zu einigermassen genaueren Vorstellungen über diesen Vorgang zu gelangen. Zwei Arten solcher Reibungsprocesse verdienen indessen hervorgehoben zu werden.

1) Dass sehr häufig heftige relative Bewegungen benachbarter Luftschichten vorkommen, wird durch Ballonbeobachtungen bezeugt. Wiederholt wird von Luftströmen berichtet, die mit sehr verschiedener Geschwindigkeit und Richtung horizontal über einander hinfliessen, was man ja auch vom Boden aus nicht selten am Wolkenzuge beobachten kann. Sehr häufig werden auch emporwirbelnde Luftmassen getroffen. Schon vorher (§ 4) wurde von dem in der Wolke tobenden Wirbelwind berichtet, den die Berliner Luftfahrer an diesem Tage erlebten. Bei dieser Gelegenheit schreibt Herr Gross ferner:[1]) „In der grossen Cumuluswolke war, wie ich dies fast stets gefunden, ein wirbelartiger Wind, welcher die einzelnen Theile der Wolke in wilder Jagd durch einander trieb. Dieser Wirbel .... ist häufig so stark, dass der Ballon dadurch geradezu in gefährliche Schwankungen gerathen kann. Ich entsinne mich zweier Fahrten, wo wir uns auf den Gondelboden kauerten und krampfhaft an den Gondelleinen anklammern mussten, so stark waren die Schwankungen des Ballons, in welchen der Wind eine Delle eindrückte und eine unheimliche Musik durch sein Sausen hervorrief".

In demselben Sinne äussert sich Herr Hauptmann H. Hörnes[2]) über eine am 3. September 1888 gegen 4 Uhr Nachmittags[3]) ausgeführte Fahrt: „In circa 800 m Höhe dahinschwebend, sahen wir mit rasender Schnelligkeit eine schwarze Wolke uns nacheilen, die uns schon nach wenig Augenblicken aufnahm und in ein undurchdringliches Grau hüllte. Dabei stieg der Ballon fortwährend über seine Gleichgewichtslage hinaus, von einem Wirbelsturm emporgerissen. Nach circa 2 Minuten Dauer begann die Gondel so stark zu schaukeln, dass wir uns mit beiden Händen an die Haltestricke anklammern mussten, um nicht herausgeschleudert zu

1) A. a. O. S. 257.
2) Ueber Ballonbeobachtungen. Hartlebens Verlag. 1892. S. 7.
3) Das Datum verdanke ich gefälliger brieflicher Mittheilung.

werden. Dabei bedeckte sich unser Bart mit dichten Eisnadeln und heftiger Frost stellte sich ein, der unsere Glieder erstarrte. Zum Glück dauerte die ganze Affaire nicht länger als circa 20 Minuten" u. s. f. — Die im II. Abschnitt mitgetheilten 2 Fahrten (§ 10 und § 13) geben weitere Beispiele solcher aufwirbelnder Ströme. Wenn nun z. B. die von dem emporwirbelnden Luftstrom getragenen Theilchen Wassertröpfchen sind. während ausserhalb des Luftstromes Eistheilchen schweben, so sind die Bedingungen für die Reibung von Wasserund Eistheilchen, sowie für die sofortige Trennung der durch Reibung entgegengesetzt elektrisch gewordenen Theilchen gegeben. Das Ganze stellt eine schraubenförmig gebaute Reibungs-Elektrisirmaschine vor. Aehnliches gilt, wenn das Gewitter, wie Herr *Vettin* will,[1]) in Gestalt einer horizontal wirbelnden Luftwalze fortschreitet. Freilich ist es bisher noch nicht gelungen, genau denselben Vorgang im Laboratorium herbeizuführen, d. h. zwei Luftströme, die beziehungsweise mit Wassertröpfchen und Eistheilchen beladen sind, reibend an einander vorbei zu treiben, so dass eine Scheidung der Elektricitäten einträte. Aber man hat einen ziemlich vollkommenen Ersatz für diesen noch nicht ausgeführten Versuch in einem anderen. Es ist nämlich experimentell ganz zweifellos bewiesen, dass ein mit Tröpfchen beladener Luftstrom, der gegen ein Eisstück stösst, letzteres positiv elektrisirt, während die Wassertröpfchen negativ werden. Diesen von *Faraday* zuerst ersonnenen Versuch habe ich vielfach wiederholt und variirt,[2]) und dabei Eis von −2° bis −10° durch Reibung mit den im gegengeblasenen Luftstrom schwebenden Tröpfchen regelmässig stark positiv elektrisch werden gesehn.

2) Ein zweiter Reibungsvorgang, der vermuthlich bei jedem Gewitter auftritt, findet sein vollständiges Analogon im Laboratoriumsexperiment. *Nämlich das eben genannte Experiment ist in der freien Atmosphäre genau verwirklicht jedes Mal, wenn Hagel durch eine aus Tröpfchen bestehende Wolke herabfällt.* Denn für den Reibungsvorgang ist nur die relative Bewegung der Wassertröpfchen und des Eises massgebend, so dass es auf dasselbe hinauskommt, ob die Tröpfchen gegen das Eis stossen oder das Eis gegen die Tröpfchen. Nun spielt der Hagel bei den Gewittern vermuthlich eine sehr wichtige Rolle.

1) Verhandlungen der phys. Gesellsch. zu Berlin im Jahre 1886. V. Jahrg. S. 94.
2) Ursprung der Gewitter-Elektricität. Jena, Fischer, 1885. Abschn. IV. S. 36—41.

wenn er auch oft nur geschmolzen zur Erde gelangt und daher unerkannt bleibt.

Auf diese Rolle des Hagels habe ich gelegentlich schon in der ersten Darstellung meiner Theorie[1]) hingewiesen; nachdrücklicher aber in der Abhandlung „Gewitter-Elektricität und gewöhnliche Luftelektricität“ [2]) bei Behandlung des aufsteigenden Stromes. „Auf den zuerst gebildeten Eiskrystallen kondensiren sich schnell grössere Mengen aus den nachdringenden Wasserwolken, besonders wenn letztere überkaltet waren; vermöge ihres erheblichen Gewichts fallen die so entstandenen Eiskörner als Hagel durch die Wasserwolken herab und geben so Anlass zu heftiger Reibung von Wasser und Eis und sofortiger Trennung der geriebenen Theilchen“.

In erfreulicher Uebereinstimmung mit dieser Ansicht stehen Aeusserungen des Herrn v. Bezold[3]): „Es ist nicht unwahrscheinlich, dass viele Gewitterregen in der Höhe die Form von Graupeln oder Hagel besitzen und erst in den tieferen Schichten der Atmosphäre sich in Regen verwandeln. Wenigstens werden Graupeln und Hagel an höher liegenden Stationen im Allgemeinen häufiger beobachtet als im Tieflande“. Ferner: „Ich halte es deshalb für wahrscheinlich, dass Graupeln und Hagel beim Gewitter noch eine weit grössere Rolle spielen, als man es gewöhnlich annimmt, und dass ihr verhältnissmässig seltenes Auftreten am Erdboden eben nur darauf zurückzuführen ist, dass sie häufig in geschmolzenem Zustande unten ankommen“.

Freilich erscheint es demselben Autor „schwer verständlich, wie durch die Reibung der herabfallenden Graupel- oder Hagelkörner eine dauernde Scheidung der Elektricitäten zu Stande kommen soll, da bei Temperaturen unter 0^{0} die Wassertheilchen sofort mit den Eisstückchen zusammenfrieren müssen, während bei Temperaturen über 0^{0} die Oberfläche des Hagelkorns bereits mit Wasser überzogen ist und demnach nur Reibung von Wasser an Wasser stattfinden könnte“. Diesem Bedenken gegenüber berufe ich mich einfach auf meine oben citirten, nach Faraday's Vorgange ausgeführten Experimente, bei denen Wassertröpfchen

1) a. a. O. S. 32.
2) Met. Zeitschr. November 1888. S. 416/17.
3) Zur Thermodynamik der Atmosphäre. a. a. O. S. 29.

von nicht genauer bekannter, Temperatur mit Eis von -2^{0} bis -10^{0} zur Reibung gebracht wurden und letzteres dabei kräftigst positiv elektrisirten. Ein Zusammenfrieren von Eis und Wassertheilchen fand hier also nicht statt! In genau derselben Weise müssen Hagelkörner, deren Temperatur unter 0^{0} liegt, sobald sie durch eine Schaar von Wassertröpfchen hindurch fallen, positiv elektrisch werden und die Tröpfchen negativ zurücklassen, ohne dass sie mit ihnen zusammengefrieren müssten. — Wie sich hierbei überkaltete Tröpfchen verhalten, ist noch nicht durch eigene Versuche ermittelt, für die vorliegende Frage aber auch ohne sonderliche Bedeutung, da das Zusammentreffen von Eis mit überkalteten Tröpfchen im Allgemeinen nur auf einer verhältnissmässig kurzen Strecke des ganzen Weges, der vielmehr überwiegend gewöhnliche Tröpfchen darbietet, stattfinden kann.

Es sei hier gestattet, aus der neuesten Literatur einen sehr merkwürdigen Fall anzuführen, der sich durchaus ungezwungen aus obigen Anschauungen erklärt. Herr Trientl in Hall berichtet[1]): „Zu Ehrenburg im Pusterthal habe ich folgende Erscheinung bei einem Hagelwetter erlebt. Nach wenigen recht schweren Regentropfen folgte ein starker Blitz und Donner und unmittelbar darauf, durch einige Minuten, ein Hagel von etwa 1 cm im Durchmesser haltenden Körnern. Der Hagel hörte vollständig auf und fast kein Regentropfen fiel mehr. Aber nach kaum einer Minute erfolgte wieder Blitz, Donner und Hagel; das ganze Schauspiel wiederholte sich dreimal“.

Für den engen Zusammenhang des Hagels mit dem Gewitter sprechen ferner, wie ich schon 1888 a. a. O. angeführt habe, die Ergebnisse der ausgedehnten Gewitterstudien der k. b. meteorologischen Centralstation. Herr F. Horn sagt neuerdings darüber[2]): „Bereits 1887 hat sich ergeben, dass die Hagelschläge zeitlich stets mit Gewittern zusammenfallen; dass der Gleichlauf der Gewitter- und Hagelhäufigkeit feststeht; ebenso die Thatsache, dass kein Hagelschlag ohne Gewitterentladung auftritt“. Woraus man natürlich nicht ohne Weiteres berechtigt ist, den umge-

1) Meteorolog. Zeitschr. 1893. S. 475.

2) Die Gewitterforschung an der k. b. met. Centralstation seit dem Jahre 1879. In „Beobacht. d. met. Stationen im Kgr. Bayern. Herausgeg. von Lang und Erk. Bd. XIV. Jahrgang 1892. S. 5, 6, 7 und 10.



kehrten Schluss zu ziehen. „Auch die mehrjährigen Zusammenstellungen und Untersuchungen (N. B. für Bayern, Württemberg, Baden und Hohenzollern) haben zum gleichen Ergebnisse geführt. ... Die beiden Curven, welche den säculären Verlauf beider Erscheinungen (Gewitterhäufigkeit und Hagelhäufigkeit) veranschaulichen, gehen vollständig parallel.“ „Der tägliche Gang der Hagelfallshäufigkeit ist mit jenem der Gewitter identisch.“ „Die geographische Vertheilung der Hagelfallshäufigkeit bietet das gleiche Bild wie jenes für die Gewitter.“ — „Schliesslich wurden auch Flächen gleichzeitigen Hagelschlags dargestellt. Ihre verschiedene Gestalt, die Einschnürung und Erweiterung derselben, stimmt mit der Form der zugehörigen Flächen gleichzeitigen Donners überein. Nun ist klar, dass über derjenigen Gegend, wo diese Flächen breiter sind, mehr Hagel gefallen ist als dort, wo sie sich sehr einengen: der erwähnte Umstand über das Verhalten der beiden Flächensysteme lässt daher den Schluss zu, dass hier ein Zusammenhang zwischen der Hagelfallsintensität und der elektrischen Intensität vorhanden ist.“

Hiermit habe ich die Ausbildung der Gewitter des 19. Juni 1889 vom ersten Keime bis zum vollen Ausbruch verfolgt. Die in meinem „Ursprung der Gewitter-Elektricität“ für den Eintritt von Gewittern aufgestellte Hauptbedingung: „das Vorhandensein von Wasser- und Eistheilchen in gleicher Höhe der freien Atmosphäre und heftige relative Bewegungen derselben, so dass Reibung stattfinden muss,“ ist im vorliegenden Falle als thatsächlich erfüllt nachgewiesen. Aber auch die anderen Züge, die ich damals als charakteristisch für die Wetterlage vor dem Ausbruch von Wärmegewittern hinstellte: die in der freien Atmosphäre stattfindende besonders schnelle Temperaturabnahme nach oben hin (labiler Zustand), und im Zusammenhange damit die besonders niedrige Höhenlage der Isothermfläche 0°, so dass die aufsteigenden tröpfchenführenden Luftströme leicht bis zur Eisregion vordringen können, haben sich im vorliegenden, so genau übersehbaren Falle bis ins Kleinste bewährt.

Das Studium des genauest bekannten Tages mit Wärmegewittern bildet somit ein vorzügliches Beweisstück für die von mir vertretene Ansicht vom Ursprunge der Gewitter-Elektricität.

Abschnitt II.

Acht Luftfahrten an Gewittertagen.

§ 9. Der 20. Juni 1886.

Um $5^h 45^m$ Nachmittags unternahm Herr Lecoq von Clermond-Ferrand aus eine Luftfahrt, welche bis $8^h 5^m$ währte;[1]) der NOwind trieb den Ballon in dieser Zeit 135 km weit, woraus die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit 16 m sekundlich folgt. Um $7^h 30^m$ vernahm er einige Male sehr schwaches Rollen. Und in der That erfuhr er am nächsten Tage, dass man während seiner Fahrt auf dem nahen Puy de Dôme Donner gehört habe. Nach den Angaben der Annales du Bureau central mét.[2]) haben am Nachmittag dieses Tages von $1-2^h$ und von $5-6^h$ Gewitter die Auvergne durchzogen. Die Fahrt hat also unzweifelhaft bei gewitterhafter Wetterlage stattgefunden. Was sie nun besonders interessant macht, ist der Umstand, dass der Ballon um $6^h 37^m$ in 1450 m Höhe in eine Wolke sehr kleiner Eiskrystalle eintrat, welche sich aber nicht zu Flocken ballten. Beim Eintritt in die Wolke wurde die Temperatur $+ 4,^0 7$ notirt; die tiefste Temperatur $+ 2,^0 1$ wurde um $7^h 5^m$ in 1800 m Höhe beobachtet. Um $7^h 40^m$ gelangte das Luftschiff in so dichten Nebel, dass der 6 m oberhalb des Korbes schwebende Ballon nicht mehr zu sehen war. Der Nebel war trocken und warm ($5-7^0$), so dass der Ballon in ihm von selbst von 1700 bis zu 1900 m stieg. — Auf der Bergstation Puy de Dôme (1467 m hoch) wurden an diesem Tage Graupeln beobachtet.

Durch diese Fahrt ist also Eis in so geringer Höhe der Atmosphäre nachgewiesen, dass an diesem Gewittertage unzweifelhaft Wasser- und Eistheilchen dicht neben einander bestanden haben, womit eine Hauptbedingung für die Gewitterentstehung (nach meiner Theorie) erfüllt war.

---

1) Annuaire de la Soc. Mét. de France. t. 34. 1886. p. 273. Relation d'une ascension aérostatique effectuée à Clermond-Ferrand le 20 juin 1886.

2) „Orages en France."

§ 10. Der 25. Juni 1887.

Um $7\frac{1}{4}^h$ (am oder pm?) unternahm Herr Lecoq mit einem Begleiter von Versailles aus in einem nur 700 cbm fassenden Ballon eine Luftfahrt.[1]) Bei SW stieg man schnell bis 600 m; die Sonne erschien durch leichtes pallium hindurch wie eine brennend rothe Scheibe. Im Moment der Abfahrt hatte sich eine Gewitterwolke gebildet, welche sich nun um $7\frac{1}{2}^h$ dem Ballon schnell näherte. Dieser stieg von selbst gegen die Wolke hin auf; kleine Papierschnitzel eilten ihm voraus. Um $7^h\,40^m$ in 1100 m Höhe drang man in einen Haufen grünlich-grauer Dämpfe ein. Auf die nicht seltenen Blitze folgten schnell die sehr kurzen Donnerschläge.

Der Ballon drehte sich beständig, stieg von selbst auf und ab. Fast dauernd wurde ziemlich starker Wind gefühlt, und der Nachen schwankte mit ziemlich beträchtlicher Schwingungsweite. In gewissen Momenten war das Gefühl eines Stromes von warmer Luft sehr merklich, gleichzeitig mit rapidem Steigen, welches sich auch durch den Gasgeruch verrieth. So gelangte der Ballon zu seiner Maximalhöhe 1600 m. — Das Gewitter wurde sehr stark: fast unmittelbar folgte der Donner, der einen viel trockneren Ton als gewöhnlich hatte, auf den Blitz. Schon um $8^h\,10^m$ erfolgte die Landung in Vaugirard (Paris) bei strömendem Regen, der schon vorher begonnen hatte.

Weil abgesehen vom Aneroid gar keine wissenschaftlichen Instrumente mitgenommen worden waren, und weil wegen Kleinheit des Ballons auch keine nennenswerthe Höhe erreicht wurde, so beschränkt sich das Ergebniss dieser Fahrt für den vorliegenden Zweck lediglich auf den Nachweis stark aufsteigender Ströme und überhaupt heftiger relativer Bewegungen verschiedener Luftmassen innerhalb der Gewitterwolken.

§ 11. Der 23. Juni 1888.

Um $9^h\,21^m$ am stiegen die Herren Kremser, Opitz und v. Sigsfeld mit Ballon „Herder“ in Berlin auf und legten bis 4^h pm den Weg bis

1) Annuaire de la Soc. Mét. de France. t. 35. 1887. p. 301. Lettre de M. H. Lecoq sur une ascension aérostatique effectuée le 25 juin 1887.

Bunkenburg bei Celle in ziemlich genau ost-westlicher Richtung zurück.[1]) Beobachtungen wurden von $10\frac{1}{2}^h$ am bis 3^h pm mit dem Aspirationspsychrometer angestellt. Während die Wetterlage einigermassen anticyklonal war, fanden doch an diesem Tage im fernen SW von der Flugbahn zahlreiche und schwere Gewitter statt. In Aachen entlud sich $4\frac{1}{4}^h$ pm ein starkes Gewitter, von Osten kommend, und währte bis zur Nacht; es lieferte 33 mm Niederschlag.[2]) Nach den Wetterberichten der deutschen Seewarte hatte Süddeutschland Gewitter mit starken Regenfällen (Kaiserslautern 30 mm, Wiesbaden 25 mm). In Karlsruhe tobten von 11^h am bis 10^h pm Gewitter und brachten um 2^h pm Hagel. Altkirch hatte um 6^h pm, Bamberg Nachts Gewitter mit leichtem Regen. Cirren waren an diesem Tage weit verbreitet. Sie wurden um 8^h Morgens z. B. in Münster und Kaiserslautern beobachtet, ebenso cirrostratus in München; ferner um 2^h cirrostratus in Neufahrwasser und in Breslau. Den Luftfahrern selber „zeigte sich gegen Schluss der Fahrt im SW zusammenhängendes Cirrostratusgewölk". Am Horizont sahen sie „das Dunstmeer sich ziemlich scharf gegen den Himmel abheben; auf dem Dunstmeer schwammen vereinzelt, infolge des Durchblicks jedoch scheinbar perlschnurartig aneinander gereiht, kleine Cumuli". Die Wetterlage war also im fernen SW von der durchfahrenen Gegend sicher gewitterhaft; für das durchfahrene Gebiet selber lässt sich — wenigstens auf Grund der mir vorliegenden Nachrichten — darüber nichts Sicheres aussagen.

Der Bearbeiter der Fahrt hat zuverlässige Werthe für die Temperaturabnahme mit der Höhe abgeleitet, begünstigt durch den Umstand, dass der Ballon etwa zur Zeit der regelmässigen Nachmittagsbeobachtungen (2^h) sehr lange oberhalb der meteorologischen Station Gardelegen schwebte. Vom Boden bis 1240 m hinauf betrug die durchschnittliche Temperaturabnahme für 100 m $1,^0 04$; sie entspricht einem labilen Zustand der Atmosphäre. Derselbe ist aber nur bis gegen 1500 m hin vorhanden; nach oben hin verringert sich die Temperaturabnahme ziemlich schnell. „Die Feuchtigkeit, absolute wie relative, ist in derselben Schicht bedeutenden und ganz plötzlichen Schwankungen unterworfen. Einmal,

1) Zeitschr. für Luftschiffahrt. 1890. 9. S. 73 ff. Dr. Kremser: Meteorologische Ergebnisse der Fahrt des Ballons Herder vom 23. Juni 1888.

2) Ergebnisse der met. Beobacht. für 1888. Herausgeg. vom preuss. Institut.

um $1^h 26^m$, als der Ballon sich in einer Höhe von 2370 m befand, geschah es sogar, dass in unmittelbarer Nähe, augenscheinlich nur wenige hundert Meter entfernt, und in gleicher Höhe, im Verlauf weniger Sekunden eine Wolke sich bildete, die allerdings nach einigen Minuten wieder aufgelöst war, — während gleichzeitig im Ballon nur 16 % Feuchtigkeit beobachtet wurde. Diese grossen irregulären Schwankungen in horizontaler Richtung deuten ohne Zweifel auf schnellen Wechsel des Regimes auf- und absteigender Ströme.“ . . . „Jene plötzlich auftauchende Wolke war sicherlich nichts anderes als das Kapitäl einer vom Erdboden mit Macht empordringenden und durch die niedersinkende Atmosphäre noch nicht gestörten Luftsäule.“ In der That berechnet Herr Kremser aus dem damals an der Erdoberfläche herrschenden Zustande die Höhe der beginnenden Condensation — in vorzüglicher Uebereinstimmung mit der Beobachtung — zu 2420 m. Weil übrigens „eine exorbitant schnelle vertikale Abnahme der absoluten Feuchtigkeit“ und gleichzeitig eine auffallende Verringerung der relativen Feuchtigkeit beobachtet wurde, so ist es begreiflich, dass in dieser Gegend keine grösseren Gewitter entstanden.

Durch diese Fahrt an einem Tage, welcher freilich nur ziemlich fernen Gegenden im SW schwere Gewitter brachte, ist der labile Zustand der Atmosphäre bis gegen 1500 m hinauf, sowie das Auftreten aufsteigender Luftströme erwiesen. Zugleich geben vielfache Beobachtungen von cirrostratus die Gewissheit, dass Eis in der Höhe vorhanden war.

§ 12. Der 10. Juli 1889.

Um $8^h 55^m$ a m stiegen in München die Herren Brug, Kollmann und Vogel im Ballon Herder auf.[1]) Die Fahrt ging zunächst östlich bis Wasserburg am Inn, dann dem Inn parallel, bis um $12^h 22^m$ p m gelandet wurde. Von Mitternacht bis gegen 5^h Morgens waren Gewitter über die Neckar- und Maingegenden und weiter nach NO gezogen. Aus der Zeit nach der Fahrt liegen für denselben Tag ebenfalls drei verein-

1) Jahresbericht des Münchener Vereins für Luftschiffahrt für 1890. S. 19 ff. „Die Fahrt des Ballons Herder am 10. Juli 1889. Bearbeitet von Erk und Finsterwalder.“ — Auszüglich in der Zeitschr. für Luftschiffahrt. 1891. S. 18.

zelte Gewittermeldungen vor. Nämlich von $12^h\,42^m$ p bis $2^h\,12^m$ p war Gewitter in Schönbrunn, welches in der verlängerten Fahrrichtung weit nordöstlich von München, nahe der österreichischen Grenze liegt. Sodann war von $3^h\,30^m$ bis $6^h\,35^m$ p Gewitter in Schlehdorf am Kochelsee, südsüdwestlich von München. Endlich war um 9¼ bis $10^3/_4{}^h$ p Gewitter in Dinkelscherben westnordwestlich von München. Die Wetterlage am Tage der Fahrt war also entschieden gewitterhaft.

„Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit war 5,7 m pro sec. Im Allgemeinen wich die Geschwindigkeit von diesem Mittelwerth während der ganzen Fahrt nur sehr wenig ab. Ausnahmen finden sich nur an zwei, jedesmal durch eine südliche Ausbuchtung gekennzeichneten Stellen vor, nämlich über der Rieder Filze und über der Stadt Wasserburg. In beiden Fällen erfuhr die Geschwindigkeit zunächst eine Steigerung bis zu 10 m, worauf dann eine plötzliche Abnahme auf 3—4 m eintrat. Der Grund dieser Unregelmässigkeit liegt zweifellos in aufsteigenden Luftströmen, die es in hohem Grade wahrscheinlich machen, dass lokale Einflüsse (ungewöhnliche Strahlungsverhältnisse auf der ausgedehnten Moorfläche, bezw. über einer Stadt) die Entstehung von cyklonalen Luftwirbeln mit einem über Erwarten kleinen horizontalen Durchmesser ermöglichen. ... Das Wetter war durchgehend klar, nur über dem Inn zeigte sich vorübergehend Cumulusbildung. Das Gebirge war verschleiert."

Die Bearbeiter haben die Temperaturabnahme pro 100 m, welche zwischen 900 und 2880 m Meereshöhe um 9^h bis $11^h\,50^m$ a m statthatte, zu 0,°71 bis 0,°87, im Mittel zu 0,°793 ermittelt. Eine ausgesprochene Veränderlichkeit der Temperaturabnahme mit der Höhe findet in diesen höheren Schichten nicht statt; doch weisen grössere Einzelabweichungen von 0,°6, ja von 0,°8 auf zeitliche und lokale Störungen der Wärmeschichtung der Luft hin, für deren Vorhandensein auch andere Gründe sprechen. „Während also die Temperaturabnahme mit der Höhe in den Luftschichten oberhalb 900 m (mehr als 400 m über dem Terrain) im Grossen konstant ist, findet ein sehr bedeutender Unterschied statt, sobald wir die tiefer gelegenen Schichten ins Auge fassen. Auf einer Reihe von Stationen sind zwischen 7^h a m und 3^h p m stündliche Thermometerablesungen gemacht worden; wir greifen aus denselben diejenigen vier

(München Sternwarte, Weihenstephan, Landshut, Salzburg), welche der Flugbahn des Ballons am nächsten liegen, heraus, rechnen für jede die Temperaturabnahme gegenüber 1244 m, und vereinigen die für einen Termin geltenden zu einem Mittel." In jenem Punkt der Atmosphäre ist die Temperatur nur zu einigen naheliegenden Zeitpunkten wirklich beobachtet worden, sodann aber ist als täglicher Gang daselbst jener angenommen, den die barometrische Mitteltemperatur der benachbarten Luftsäulen Bayrischzell-Wendelstein, deren Mittelpunkt etwa ebenso hoch liegt, aufwies. So sind folgende Temperaturabnahmen (pro 100 m) zwischen dem Erdboden und 1244 m erhalten:

7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h
$0,^0 21$	$0,^0 51$	$0,^0 67$	$0,^0 83$	$1,^0 01$	$1,^0 04$	$1,^0 06$	$1,^0 12$	$1,^0 13$.

„Schon um 11^h a m erreichen die Temperaturabnahmen den Betrag, bei welchem ein stabiles Gleichgewicht in der Atmosphäre nicht mehr möglich ist, also aufsteigende und absteigende Bewegungen nothwendig entstehen müssen.... Die Temperaturabnahme nimmt von 7^h bis 11^h pro Stunde durchschnittlich um $0,^0 2$ zu, dann aber, nachdem die Möglichkeit für Strömungen gegeben war, nur mehr um $0,^0 03$. Deutlicher noch macht sich der Einfluss der Strömungen geltend, wenn wir die sogenannte potentielle Temperatur der Luft in 1244 m Höhe auf 450 m Höhe umgerechnet vergleichen mit den am Erdboden in dieser gleichen Höhe beobachteten Temperaturen. ... Von 11^h a m verschwindet der Unterschied zwischen den potentiellen und den am Boden in 450 m Höhe beobachteten Temperaturen fast gänzlich, was also beweist, dass von diesem Zeitpunkt ab die Luft in der Höhe von 1244 m in den Kreislauf der vom Boden ausgehenden und zu ihm zurückkehrenden auf- und absteigenden Strömungen einbezogen ist."

Durch diese Fahrt vor dem Ausbruch von Gewittern ist der labile Zustand der Atmosphäre in den unteren Luftschichten (seit 11^h a m mindestens bis 1244 m hinauf) und das Auftreten auf- und absteigender Luftströme sicher erwiesen. Dass gleichzeitig in nicht allzu fernen Gegenden Eis in den höheren Regionen vorhanden war, wird u. A. durch die Nachricht bewiesen, dass in Hohenpeissenberg sowohl um 8^h a m als 8^h p m Cirrostratus aus Westen beobachtet wurde.

§ 13. Der 25. Juni 1890.

Um 11h 38m am stiegen die Herren Feilitzsch, Finsterwalder und v. Sigsfeld im Ballon Herder von München auf und gelangten in 1 Stunde 20 Minuten bis Hirschbühel unweit Grafing südöstlich von München.[1]) Die einigermassen gewitterhafte Wetterlage des Tages erhellt daraus, dass Morgens 8h in Bärenfels, etwa halbwegs zwischen Bayreuth und Nürnberg, also ziemlich weit nördlich von der durchfahrenen Region, ein Gewitter stattgefunden hatte. Den Wetterberichten der Deutschen Seewarte zufolge wurden Morgens 8h beobachtet: Cirrusstreifen in Wilhelmshafen und Helgoland (hier aus S); Cirrostratusstreifung aus W in Rügenwaldermünde; Cirrocumulusstreifung aus NE in Friedrichshafen; um 2h pm Cirren in Hamburg und Kaiserslautern (hier aus N); Cirrocumulus in Keitum und München (hier aus WNW).

Der Bearbeiter der Fahrt schreibt: „Während der Fahrt waren die atmosphärischen Bedingungen derart, dass eine Reihe auf- und absteigender Luftströme einander ablöste, was sich in lebhafter Cumulusbildung, in vereinzelten Regenschauern und in verschiedenen Vorkommnissen während der Fahrt selbst bemerkbar machte.“ Bei einer bald nach der Fahrt in den Tagesblättern veröffentlichten Schilderung heisst es, nachdem die Ueberschreitung der unteren Wolkengrenze bei etwa 1400 m Seehöhe berichtet ist, weiter: „Ein düsteres Nebelmeer, durch dessen Lücken grüne Fluren, Strassen und Häuser heraufblickten, wogte im Schatten der Wolkenberge unter uns; in rascher Folge schossen traubig geformte Ballen in korkzieherartigen Windungen empor, die bald wie in Parade stille stehen, bald vom Winde zerzaust in kurzer Frist zerstieben.“

Weil alle Ablesungen innerhalb 40 Minuten gemacht wurden, während der Ballon einen Weg von etwa 25 km zurücklegte, so sind die Beobachtungen zeitlich und örtlich vergleichbar. Sie wurden mit dem Aspirationspsychrometer angestellt. In 610 m Höhe über dem Boden (1140 m Seehöhe) herrschte die Temperatur 10,°2, am Boden 18,°0, so

1) I. Jahresbericht des Münchener Vereins für Luftschiffahrt für 1890. S. 8. II. Jahresbericht des Münch. Ver. f. Luftschiff. f. 1891. Anlage 9. Finsterwalder, Adiabatische Zustandsänderungen in der Atmosphäre.



dass hier eine Temperaturabnahme von 1,°28 auf 100 m vorhanden war, entsprechend einem labilen Zustand der Atmosphäre. Die weitere Temperaturabnahme oberhalb der beginnenden Condensation stellt sich, nach Herrn Finsterwalders Rechnung, ziemlich genau so heraus, wie sie in einem unter Condensation aufsteigenden Strome sein muss. In 2649 m Seehöhe wurde 0,°8 beobachtet. Der Sonnblick (3095 m) hatte um 7^h a m — 2,°2, um 9^h p — 0,°8, bei Schnee. Auf dem Wendelstein (1727 m) betrug Mittags die relative Feuchtigkeit 100 %; innerhalb der Wolken gaben die Ballonbeobachtungen 93 bis 97 %.

Diese Fahrt lehrt, dass die unteren Schichten in labilem Zustande sich befanden und dass auf- und absteigende Ströme herrschten. Wenn es trotz des in der Höhe vorhandenen Eises nur ganz vereinzelt zur Gewitterbildung kam, so wird die Ursache darin zu suchen sein, dass die Ströme nicht hinreichend hoch aufgestiegen sind.

§ 14. Der 3. August 1891.

Dicht vor 9^h Morgens stiegen die Herren Berson, Gurlitt und Killisch v. Horn mit dem Ballon M. W. von Berlin auf [1]) und landeten bald nach Erreichung der Maximalhöhe von 1719 m gegen $11^1/_2{}^h$ a m in Gossow (Kreis Königsberg in der Neumark). Der Ballon schwamm die ganze Zeit in einer Lücke zwischen den Cumuli, ohne dass man die Erde aus den Augen verlor; aber „die umgebenden Cumulibänke sahen gegen Mittag recht gewitterdrohend aus, während über Bärwalde, in nächster Nähe des Landungsortes, ein tüchtiger Gewitterschauer niederging, und in Norddeutschland im Laufe des Tages zahlreiche Gewitter stattfanden, u. A. in Prenzlau, Penkun, Liebenwalde“. Die mit dem Aspirationspsychrometer ausgeführten Beobachtungen lehren, dass die mittlere Abnahme der Temperatur 1,°02 für 100 m betrug, also einem labilen Zustande der Atmosphäre entsprach. Die Temperaturabnahme war schneller in den unteren, langsamer in den höheren Luftschichten. „Die Feuchtigkeitsverhältnisse waren sehr starken und plötzlichen Schwankungen unterworfen, und dies sowohl als die verhältnissmässig geringe

1) Zeitschrift für Luftschiffahrt. 10. 1891. S. 216. Berson, Die Fahrt des Ballons M. W. am 3. August 1891.

Zunahme der Trockenheit oder des Sättigungsdeficits hängt jedenfalls auch mit dem unruhigen, bei ungleichmässiger Bewölkung zur Gewitterbildung neigenden Charakter der Witterung zusammen". Bald nach 10^h wurden über dem Ballon Cumulocirri und Altocumuli gesehen; und für $10^h\,22^m$ lautet eine Bemerkung des Beobachtungsjournals: „Cumulibank rings; freier Himmel mit starker Sonne über dem Ballon, nur wenige sehr leichte Altocumuli, auch falsche Cirri — unterhalb und neben dem Ballon sehr nahe einzelne schöne Cumuli".

Diese Fahrt lehrt, dass vor dem Gewitterausbruch der Zustand der Atmosphäre labil war, und dass in den höheren Schichten Eis (cirrus) vorhanden war.

§ 15. Der 4. Juli 1892.

Nahe vor $10^1/_2{}^h$ am stiegen die Herren Finsterwalder, v. Gumppenberg und v. Weinbach in München auf, legten in ziemlich genau östlicher Richtung während 2 Stunden 2 Minuten 16,4 km, also durchschnittlich 2,2 m pro sec. zurück, erreichten 1830 m Höhe und landeten bald nach 12^h Mittags bei Purfing unweit Zorneding.[1]) Die Beobachtungen wurden mit einem Aspirationspsychrometer mit Balgbetrieb angestellt. „Der 4. Juli war der letzte einer viertägigen Periode schönen Wetters unter der Herrschaft eines Sommermaximums, dessen Kern ursprünglich über Süddeutschland lag, aber am 4. Juli durch eine von Irland über die Nordsee und das nördliche Skandinavien ziehende Depression nach SE gedrängt wurde und zwischen sich und dem eigentlichen Depressionsgebiet eine breite Zone unregelmässigen Druckes mit sehr veränderlichen Gradienten eingeschoben hatte. Der Wetterumschlag erfolgte am Abend des 4. Juli bei sehr starker Gewitterthätigkeit. Nach Mittheilung des Herrn Dr. Horn konnten am Nachmittag des 4. Juli 26 Gewitterzüge innerhalb Bayerns, Württembergs, Hohenzollerns und Badens nachgewiesen werden, die sich in rascher Aufeinanderfolge, zumeist mit geringer Frontentwicklung und langer Dauer, namentlich in Unterfranken, dem Nordrand des Jura entlang vom Schwarzwald bis zum

1) Beobachtungen der meteorolog. Stationen im Königreich Bayern. Herausgegeben von Lang und Erk. 14. 1892: Die freie Fahrt des Ballons München am 4. Juli 1892. Von Dr. S. Finsterwalder. — Auch im Jahresbericht des Münchener Vereins f. Luftschiffahrt f. 1892 S. 17.

Böhmerwald und am Nordrande der Alpen entluden. Ueber München zogen um $6^h\ 10^m$ und $6^h\ 30^m$ p zwei Gewitter, das erste vom Algäu her mit ungewöhnlich breiter Frontentwicklung kommend, während das zweite dem Ries entstammte. München hatte von $6^h\ 10^m$ p bis zum andern Morgen 28 mm, der Hirschberg 35 mm Niederschlag". — Weil somit das durchfahrene Gebiet nach einigen Stunden der Schauplatz heftiger Gewitter war, so ist diese Fahrt von besonderer Bedeutung für den vorliegenden Zweck.

Die Luftfahrer fanden das Wetter etwas dunstig, ohne weite Aussicht; der Himmel war mit Ausnahme des südwestlichen Horizonts, an welchem aus dem Dunste aufsteigende Cumuli beobachtet wurden, ganz klar. Der Bearbeiter der Fahrt berechnet aus den Temperaturbeobachtungen die auf das Niveau München bezüglichen potentiellen Temperaturen und zieht den Schluss, „dass die Temperaturabnahme nach oben in der freien Atmosphäre sowohl, als auf den Bergstationen bis zur Höhe des Wendelstein (1727 m) dem Gesetze der adiabatischen Zustandsänderung (tröpfchenfreier Luft) folgt. Noch schlagender tritt dies hervor, wenn wir die mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe aus den Ballonbeobachtungen berechnen. Zu diesem Zweck sind die Temperaturdifferenzen zwischen Ballon und Erde (met. Centralstation München) zusammengestellt. Bildet man ihre Summe, so erhält man 96,°6. Die Summe der Höhendifferenzen zwischen Ballon und Erde beträgt 9700 m. Aus dem Verhältniss beider Summen ergiebt sich eine durchschnittliche Temperaturabnahme von 0,°996 pro 100 m. . . . Ganz ähnlich wird das Verhältniss bei den Bergstationen Peissenberg (994 m), Hirschberg (1512 m), Wendelstein (1727 m); hier beträgt die Summe der Temperaturdifferenzen gegen München 26,°6, die Summe der Höhendifferenzen 2650 m, also die mittlere Temperaturabnahme 1° pro 100 m".

Ferner berechnet Herr Finsterwalder die in verschiedenen Höhen zu erwartenden „relativen Feuchtigkeiten unter Zugrundelegung einer solchen adiabatischen Zustandsänderung der Luft, welche sich den beobachteten Temperaturen möglichst anschmiegt, und für welche eine absolute Feuchtigkeit von 9,3 g pro kg Luft vorausgesetzt wurde. Die berechneten relativen Feuchtigkeiten weichen von den beobachteten um verhältnissmässig wenige Procente ab, während die beobachteten Werthe auf

der Erde, selbst bei ganz nahen Stationen wie München und Bogenhausen, beträchtlich auseinander gehen". Unter denselben Annahmen berechnet Herr Finsterwalder die Höhe der beginnenden Condensation zu 2450 m und schliesst aus dem thatsächlichen Fehlen der Wolkenbildung, dass zur Zeit der Ballonbeobachtungen die Mischung der Luft durch auf- und absteigende Ströme noch nicht bis zu 2450 m Höhe vorgedrungen war.

Dass es an diesem Tage in den höheren Regionen nicht an Eis gefehlt hat, beweist die grosse Anzahl von Hagelmeldungen dieses Tages (129). Auch in München selbst (Neuwittelsbach) fiel von $6^h\ 53^m$ bis $6^h\ 56^m$ p m Hagel von Haselnuss- bis Wälschnussgrösse.

Durch diese Fahrt an einem ausgesprochenen Gewittertage ist bewiesen, dass sechs Stunden vor Gewitterausbruch die Temperaturvertheilung in der Atmosphäre bis etwa 1800 m hinauf die adiabatische war, wie sie durch den Austausch höherer und tieferer Luftmassen vermittelst auf- und absteigender Ströme sich herstellen muss. Zugleich ist die Existenz von Eis in der Höhe durch verbreitete Hagelfälle nachgewiesen.

§ 16. Der 11. Juli 1892.

Morgens $6^h\ 27^m$ stiegen die Herren Kiefer und Vogel mit Ballon A in Oberwiesenfeld bei München auf; ihnen folgten, 13 Minuten später, von Haidhausen bei München, beim Herannahen des ersteren Ballons die Herren Erk und v. Weinbach im Ballon München. Ballon A landete um $10^h\ 40^m$ bei Munderfing (an der österreichischen Bahnlinie Steindorf-Braunau), Ballon München um $8^h\ 28^m$ etwas südlich von Wasserburg am Inn.[1])

Der Tag war ein ausgesprochener Gewittertag. Nämlich „nicht nur in Süddeutschland, sondern fast in ganz Europa traten am 10. und 11. Juli Gewitter auf. Dieselben stehen nicht mit einander in Verbindung und hatten, wenigstens in Süddeutschland, keine grössere räumliche Erstreckung, während sie sich in rascher Reihenfolge wiederholten. Sie

1) Beobachtungen der met. Stationen im Königreich Bayern. Herausg. von Lang und Erk. 14. 1892. Eine wissenschaftliche Fahrt mit zwei Ballons am 11. Juli 1892. Von F. Erk. — Auch im Jahresbericht des Münchener Vereins für Luftschiffahrt für 1892. S. 24.



gehörten also zum Typus der sommerlichen Wärmegewitter". . . . „Im bayerischen Alpenvorlande hatten in der Nacht vom 10. zum 11. Juli bereits zahlreiche Gewitter stattgefunden," so auch in München selbst; und als die Doppelfahrt begann, stand im SW ein Gewitter. Kurz zuvor ($6^h 5^m$ a) wurde an der meteorologischen Centralstation München leichter Donner aus S gehört. Diese Doppelfahrt fand also nach und bei Gewittern statt; und wenn ihr auch Gewitter folgten (zwar nicht genau in der durchfahrenen Gegend, aber doch im benachbarten Alpengebiet: Hohenpeissenberg, Wendelstein, Hirschberg bei Tegernsee, Oberstdorf, Schafberg, Obir, Sonnblick), so vollzog sie sich doch unter ganz anderen Bedingungen als alle vorher untersuchten Fahrten.

Weil in der durchfahrenen Gegend Nachts Gewitter und Regen geherrscht hatten, so war die Temperaturabnahme nach oben hin natürlich noch keineswegs adiabatisch, wie wir sie bei den anderen Fahrten gefunden haben. Aber mit fortschreitender Tageszeit wächst der Werth der Temperaturabnahme für 100 m ($\triangle_{100}$) stetig, wie folgende Tabelle lehrt, die auf Grund der Beobachtungen in den Ballons und an der Münchener Sternwarte entworfen ist. Die Ballonbeobachtungen wurden mit Aspirationspsychrometern mit Balgbetrieb gewonnen.

Zeit	Ballon	Höhe über der Sternwarte	$\triangle_{100}$	
		m	°C	
$7^h\ 6^m$	A	656	0,32	
6	München	944	0,30	
29	A	815	0,49	
30	München	1634	0,46	
8 0 [1])	A	1000	0,53	[1]) Mittel aus zwei Beobachtungen.
27 [1])	A	1507	0,58	
9 4	A	1801	0,56	
25	A	1955	0,63	
10 7	A	2266	0,69	

Dass für das Wachsen der Werthe $\triangle_{100}$ in dieser Tabelle wirklich die zunehmende Tageszeit und nicht etwa die ebenfalls zunehmende Höhe als Ursache zu gelten hat, folgt aus gleichzeitigen Beobachtungen beider in verschiedenen Höhen befindlichen Ballons, wie folgende Tabelle zeigt. In derselben findet man die Höhe über der Sternwarte

München (529 m Meereshöhe), sowie die auf 100 m berechnete Temperaturabnahme 1) vom Boden bis zum tieferen Ballon A, und 2) in der Schicht zwischen beiden Ballons.

Zeit	Höhe des Ballons A	Höhe des Ballons München	Höhendifferenz M — A	$\triangle_{100}$ für A	$\triangle_{100}$ für M — A
	m	m	m	°	°
$7^h\ 0^m$	571	712[1]	141	0,28	0,21
6	656	944	288	0,32	0,24
25	793[2]	1568	775	0,56	0,23
42	866[3]	1750	884	0,61	0,53
57	1038	1809[4]	771	0,58	0,44

Man erkennt, dass $\triangle_{100}$ allemal in der tieferen Schicht einen grösseren Werth hat als in der höheren. Daher ist der vorher gezogene Schluss berechtigt, dass die Temperaturabnahme mit zunehmender Tageszeit immer grösseren Werthen zustrebt.

Weder an der Sternwarte, noch in den von den Ballons durchfahrenen Gegenden fiel Regen; auch waren beide Ballons nie im Innern von Wolken trotz der stets ziemlich starken Bewölkung. Nur einmal, um $7^h\ 0^m$ notirt Ballon München: leichte Dunstschicht. Die ermittelten Werthe der Temperaturabnahme beziehen sich also im Ganzen auf tröpfchenfreie Luft. Die höchste vom Ballon München beobachtete relative Feuchtigkeit war 89 % (um $7^h\ 6^m$, 944 m über dem Boden), während Ballon A wiederholt 93, 95, ja 97 % notirte.

Während diese Ergebnisse sich auf Luftschichten beziehen, in denen im Laufe dieses Tages keine Gewitter mehr zum Ausbruch kamen, liegen die Verhältnisse sehr anders in Gegenden, die noch denselben Vormittag von Gewittern heimgesucht wurden: Auf dem Hohenpeissenberg war Morgens $6^h\ 0^m$, sodann von $8^h\ 0$—45^m Gewitter mit Regen, dann wieder von $12^h\ 32^m$ p. bis $1^h\ 45^m$ und von $4^h\ 0$—50^m, sowie um $5^h\ 15^m$ Gewitter. Die Temperaturabnahme zwischen dem nahe benachbarten, 369 m tiefer gelegenen Bad Sulz bis Hohenpeissenberg betrug um $6^h\ 0^m$ 0,°87 im Regen, um $8^h\ 0^m$ 1,°03 im Regen; von $9^h\ 45^m$ bis $10^h\ 45^m$ 0,°92, um $11^h\ 52^m$

1) 2 Minuten früher.
2) Mittel aus 2 Beobachtungen.
3) Mittel aus 3 Beobachtungen.
4) 5 Minuten früher.

0,°98, um $11^h\,30^m$ 1,°11. Hiemit ist der völlig labile Zustand der dortigen Luftschichten nachgewiesen.

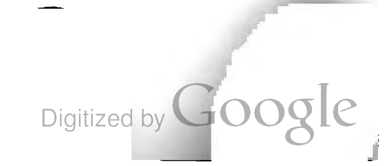
Das Stationspaar Hirschberg bei Tegernsee und Scharling am Fusse des Hirschbergs, mit 744 m Höhendifferenz, hatte Nachts Gewitter gehabt; dann war wieder von $6-8^h$ am Regen, und $6^h\,45^m$ Gewitter im W, darauf $8^h\,27^m$ Gewitter im NW bis E, und um 1^h p Gewitter im NW. Hier betrug $\triangle_{100}$ um $6^h\,30^m$ 0,°89, um $7^h\,0^m$ 0,°70, beidemal im Regen. Dadurch ist ebenfalls ein labiler Zustand charakterisirt. Das Stationspaar Wendelstein und Bayrischzell am Fuss des ersteren, mit einer Höhendifferenz von 927 m hatte von früh bis $10^h\,45^m$ lokale Gewitter, und um 6^h, 7^h, $8^h - 10^h$ Regen. Hier betrug

um	6^h	7^h	8^h	$8^h\,15^m$	$8^h\,30^m$	$10^h\,30^m$
$\triangle_{100}$	0,°79	0,°74	0,°83	0,°84	0,°83	0,°79

und zwar stets bei Regen; so dass wieder labiler Zustand festgestellt ist.

Von diesem Tage liegt nun seit den frühen Morgenstunden auch eine grosse Anzahl von Cirrusbeobachtungen vor; so von Augsburg, Bad Sulz, Bayrischzell, München, Oberstdorf, Passau, Regensburg, Säntis, Zürich. Vom Ballon A aus sah man um $8^h\,18^m$ unter sich cu, in der Höhe cirri; längs des Gebirges ausgedehnten Nimbus. Auch an Hagel und Schnee hat es bei den Gewittern dieses Tages nicht gefehlt. Bad Sulz hatte Mittags leichten Hagel, Hohenpeissenberg von $1^h\,22^m - 26^m$ p Hagel während des Gewitters. Auf dem Schafberg war am vorhergehenden Nachmittag Hagel bei Gewitter gefallen. Auf dem Obir gab es von 4^h bis $4^3/4^h$ p Gewitter mit Regen und Hagel; auf dem Sonnblick 15 Minuten nach Mittag Hagel, Regen und Schnee, und Nachmittags noch öfter Schnee.

So zeigt auch dieser Gewittertag, gleich den übrigen hier untersuchten Gewittertagen, alle für die von mir vertretene Anschauung der Erzeugung der Gewitter-Elektricität charakteristischen Züge: Labilen Zustand der Atmosphäre und folglich aufsteigende Luftströme, in der Höhe aber Cirren, sowie schliesslich Hagel oder Schnee.



Inhalt.

Abschnitt I.

Der 19. Juni 1889.

Abschnitt II.

Acht Luftfahrten an Gewittertagen.



Beiträge

zur

Petrographie der östlichen Centralalpen

speciell des

Gross-Venedigerstockes

von

Dr. Ernst Weinschenk.

I.

Ueber die Peridotite und die aus ihnen hervorgegangenen Serpentingesteine. Genetischer Zusammenhang derselben mit den sie begleitenden Minerallagerstätten.

(Mit 4 Tafeln.)





Schon vor einigen Jahren hatte ich Gelegenheit,[1]) auf die eigenartigen Vorkommnisse hinzuweisen, welche in den Centralalpen in Begleitung der Serpentine beobachtet werden. Eine in grösserem Umfange ausgeführte petrographische Untersuchung derartiger Vorkommnisse aus der südlichen Hälfte des Gross-Venedigerstockes führte zu der chemisch-geologischen Deutung, dass die dort beobachteten Minerallagerstätten, soweit sie an das Auftreten des Serpentins gebunden sind, insofern in genetischem Zusammenhang mit letzterem stehen, als sie durch die metamorphosirenden Einflüsse eines feurig-flüssigen Magma (welches nach seiner Erstarrung und nach weiteren intensiven, secundären Veränderungen zur Bildung des Serpentins geführt hat) auf die umgebenden Kalkglimmerschiefer und Chloritschiefer der „Schieferhülle" entstanden sind. Das damals aus der Zusammenstellung der einzelnen Beobachtungen erhaltene Resultat, dass die untersuchten Serpentine nicht als Glieder der krystallinischen Schieferreihe anzusehen sind, sondern dass man in denselben oder vielmehr in den ursprünglichen Peridotiten und Pyroxeniten, aus welchen die Serpentine im Laufe der Zeit entstanden sind, eigentliche Intrusivgesteine vor sich habe, konnte wohl als bewiesen angesehen werden, wollte man wenigstens nicht einer Theorie zu Liebe die charakteristischsten Formen der Contactmetamorphose, welche an diesen Serpentinen in einer selten vorkommenden Mannigfaltigkeit und Schönheit der Ausbildung zu beobachten sind, auf andere Ursachen zurückführen, welche an sich heute noch in wenig exacter Weise studirt sind, und für die in dem speciellen Falle weder das geologische Vorkommen noch die mineralische Ausbildung spricht. Wenn ich es nun trotzdem unternehme, abermals auf eine petrographische und geologische Untersuchung derartiger Vorkommnisse einzugehen, so geschieht dies einestheils wegen verschiedener Angriffe, welche meine Anschauungsweise in der letzten Zeit erfahren hat, anderntheils im Hinblick auf das ganz hervorragend reiche Material, welches ich im Verlaufe der verflossenen Jahre nicht nur an den Serpentinen des Gross-Venedigerstockes selbst, sondern auch an einer grösseren Anzahl anderer derartiger Vorkommnisse gesammelt habe. Es handelt sich dabei um die mannigfaltigsten Bildungen, welche zum Theil

1) E. Weinschenk, Ueber Serpentine aus den östlichen Centralalpen und deren Contactbildungen. Habilitationsschrift. München 1891.

innerhalb der Serpentine, zum Theil in deren nächster Umgebung auftreten, und welche die reichsten und schönsten Minerallagerstätten der östlichen Centralalpen umfassen. Dieselben sind von chemisch-geologischem Standpunkt aus von ganz besonderem Interesse und schon desshalb eines wiederholten eingehenden Studiums würdig, weil sie bisher eine merkwürdige Vernachlässigung erfahren haben, trotz der eigenartigen Ausbildung der vielgestalteten Gesteine und trotzdem sie als Träger einer grossen Anzahl wohlkrystallisirter Mineralien, welche in allen Sammlungen verbreitet sind, nicht unbekannt geblieben sein können.

Die erneuten Untersuchungen der früher beschriebenen Vorkommnisse, an welche sich Studien an einer Anzahl analoger Bildungen im Stubachthal, auf der Nordseite des Venedigermassivs, sowie in der Zillerthaler Gruppe anschlossen, ergaben Resultate, welche, wie schon im Voraus bemerkt werden mag, mit den früher erhaltenen durchaus im Einklang stehen und der besprochenen Theorie über die Entstehung der Serpentingesteine und ihren Zusammenhang mit den Minerallagerstätten einen höhern Grad von Sicherheit verleihen. Wenn dabei einzelne von den zu besprechenden Bildungen eine auf sicherer Grundlage stehende Erklärung nicht gerade leicht machen, so ist doch das Gesammtbild, welches die früheren Beobachtungen zusammen mit den neuerdings gemachten ergeben, ein viel zu wohl charakterisirtes, um eine andere Erklärung als zulässig erscheinen zu lassen. Es mag wohl heutzutage, wo die verschiedenen Ansichten über die Art und Weise der Entstehung der krystallinen Schiefergesteine sich schroffer als je entgegenstehen, von Werth sein, möglichst scharf das wirklich Zusammengehörige und gleichzeitig Entstandene von denjenigen Gebilden zu trennen, welche zwar in gewissen Beziehungen Analogieen mit den eigentlichen krystallinen Schiefergesteinen zeigen, dabei aber deutlich darauf hinweisen, dass sie als etwas genetisch durchaus Abweichendes aufgefasst werden müssen. Es sind gerade in den letzten Jahren zahlreiche Untersuchungen über diesen Punkt angestellt worden, indess scheint es mir, als ob in vielen Fällen die vorgefasste Meinung in viel höherem Maasse die Resultate beeinflusst hätte, als dies die exacte wissenschaftliche Forschung erlaubt, und dass Anschauungen in den Vordergrund getreten sind, welche auf rein theoretischen Erwägungen basiren, deren Berechtigung aber nicht als hinlänglich bewiesen erscheint. Im Gegensatz dazu ist das chemisch-geologische Bild, welches bei der Betrachtung der im Folgenden beschriebenen Serpentingesteine vor uns liegt, so klar, und die Erscheinungen, welche uns hier entgegentreten, weisen mit solcher Bestimmtheit auf Processe hin, welche wir bis heute mit einiger Sicherheit nur in Verbindung mit vulcanischer Thätigkeit kennen, dass es als durchaus geboten erscheint, diese Vorkommnisse als solche aufzufassen, welche den unter- und überlagernden Gesteinen fremd gegenüberstehen und deren Erscheinungsformen und Eigenschaften somit nichts mit denen ihrer Umgebung zu thun haben.

Wenn ich die früher besprochenen Verhältnisse im geologischen Vorkommen der centralalpinen Serpentine noch einmal vor Augen führe, wenn ich auf's Neue betone, dass die eigenthümliche Unregelmässigkeit in ihrem Auftreten, der Mangel

jeglicher Schichtung ebenso wie das Fehlen von Uebergängen in die umgebenden Gesteine darauf hinweisen, dass diese Serpentine eine in sich abgeschlossene, von den umgebenden Schiefergesteinen in ihrer Entstehung verschiedene Gesteinsgruppe darstellen, so habe ich damit nur diejenigen Umstände aufgeführt, welche zwar eine gewisse Ausnahmsstellung dieser Gesteine wahrscheinlich machen, aber nicht als zwingende Beweise für die Abtrennung derselben von den Gesteinen der krystallinen Schieferreihe angesehen werden können. Aber in viel höherem Maasse als die stratigraphischen und petrographischen Verhältnisse dieser Serpentingesteine sind es die chemisch-geologischen Erscheinungen, welche zum Theil in der Umwandlung der umgebenden Gesteine, zum Theil in einer intensiven Veränderung der Serpentine selbst zum Ausdruck kommen, die uns die Art und Weise der Entstehung dieser letzteren nicht zweifelhaft erscheinen lassen. Sind doch gerade die Umwandlungen, welche die benachbarten Gesteine erlitten haben, die charakteristischsten Formen der Contactmetamorphose, wie sie nur irgend ein massiges Gestein bei seiner Berührung mit unreinen Kalken hervorbringen kann, und finden sich in Verbindung mit diesen Serpentingesteinen eine so grosse Menge der verschiedensten Mineralneubildungen, welche sich sowohl in ihrem Bestand als in ihrem Auftreten als solche darstellen, wie wir sie nur in Begleitung von Massengesteinen finden, und deren Bildung man heutzutage wohl allgemein auf pneumatolytische und pneumatohydatogene Processe zurückführt. Dazu kommt noch, dass in chemischer und mineralogischer Hinsicht durchaus mit den hier besprochenen übereinstimmende Gesteine sich häufig in jüngeren Formationen finden, wo ein Zweifel über die anogene Entstehung derselben theils durch die Form des Auftretens an sich, theils durch contactmetamorphische Umwandlungen des Nebengesteins ausgeschlossen erscheint.

Ueber eine eingehendere Besprechung der auf das hier behandelte Thema bezüglichen Literatur glaube ich schon desshalb kurz hinweggehen zu können, als ich diese in meiner frühern Arbeit ausführlich berücksichtigt habe, ebenso wie in dieser letztern auch die von verschiedenen Forschern aufgestellten Theorieen im Zusammenhang gewürdigt wurden. Ich möchte desshalb nur auf die Literaturzusammenstellung, welche sich dort findet, verweisen und hinzufügen, dass seither eine Reihe neuerer Untersuchungen über analoge Bildungen erschienen sind, von welchen speciell zwei uns hier näher interessiren. In der einen Arbeit bespricht Becke[1]) einen mit Serpentin in Zusammenhang stehenden Olivinfels aus dem Stubachthal, die andere enthält die Studien von Blaas[2]) an den Serpentinen der Umgebung von Matrei am Brenner. Während von den in der letztern Arbeit gemachten Angaben nur einzelne mit den im Folgenden zu besprechenden Verhältnissen vergleichbar sind, besitzen die Beobachtungen von Becke für uns einen ungleich höheren Grad von Interesse, zumal es

1) F. Becke, Olivinfels und Antigoritserpentin aus dem Stubachthal (Hohe Tauern). Tscherm. min. petr. Mitth. 14, 271.

2) J. Blaas, Ueber Serpentin und Schiefer aus dem Brennergebiete. Nova Acta K. Leop-Carol. Akad. Naturf. 1894, 64, 1.



sich um ein Vorkommen handelt, welches auch von mir seit dem Jahre 1891 mehrfach besucht und studirt worden ist, wobei ich in vielen Beziehungen zu denselben Resultaten gelangt war, wie sie Becke angibt, ohne mich allerdings dem letztern in Beziehung auf die Auffassung der Entstehung dieser Gesteine anschliessen zu können. Die Ergebnisse meiner Studien an den Peridotiten des Stubachthales, welche ausser dem von Becke besprochenen Vorkommniss noch mehrere andere aus diesem Theile der Centralalpen umfassen, glaubte ich nicht früher der Oeffentlichkeit übergeben zu sollen, bevor nicht die zusammenfassende Bearbeitung einer grössern Anzahl in ihrer Entstehung sicher identischer Vorkommnisse durchgeführt war, eine Arbeit, welche durch die Witterungsverhältnisse der vergangenen Jahre mehrfach unterbrochen wurde. In den Sommern 1891—94 widmete ich mich neben einer eingehenden Untersuchung der Gesteine und Minerallagerstätten des Gross-Venedigerstockes vor allem der Erforschung des Auftretens der Serpentingesteine, von welchen eine grosse Anzahl theils schon früher bekannter, theils auch neu aufgefundener Vorkommnisse besucht wurden. Um indessen allzugrosse Weitschweifigkeit zu vermeiden, habe ich mich darauf beschränkt, aus der sehr grossen Reihe nur diejenigen herauszugreifen, welche, sei es durch die Mächtigkeit ihres Vorkommens oder durch ihre eigenartige petrographische Beschaffenheit von besonderem Interesse sind. An vielen, namentlich von den weniger mächtigen Vorkommnissen sind die Aufschlüsse nicht von der für diese Untersuchungen wünschenswerthen Klarheit oder aber die zu beobachtenden Verhältnisse erschienen ohne Belang für die eine oder andere Auffassung, so dass sie, ohne das Resultat zu beeinflussen, übergangen werden können. Hier sollen ausführlicher nur solche Bildungen betrachtet werden, bei welchen entweder in Bezug auf die ursprüngliche mineralische Zusammensetzung und die Bildungsweise der als Serpentin vorliegenden Gesteine oder aber in Beziehung auf die Verhältnisse derselben zu den Nebengesteinen genauere Beobachtungen angestellt werden konnten. Es werden daher ausser einigen wichtigeren Vorkommnissen, welche in meiner frühern Arbeit schon beschrieben wurden, an welchen aber neue mittheilenswerthe Beobachtungen ausgeführt werden konnten und zwar den Serpentinen vom **Islitz Fall** in der Dorfer Alpe, von der **Eichamwand** im Tümmelbachthal, sowie von der **Goslerwand** zwischen Grossbach- und Kleinbachthal in der Umgebung von Prägraten, eingehender berücksichtigt je drei Vorkommnisse aus dem Stubachthal und dem Zillerthal, je eines aus dem Pfitscherthal und dem Hollersbachthal. Im Stubachthal wurden hierhergehörige Vorkommnisse an den **Todtenköpfen**, den nach Nordwest vorspringenden Felszacken der Hohen Riffl, am **Rettenkopf**, sowie am **Hackbrettl** auf der Reichenberger Alpe im Schrabachthal genauer untersucht. Das im Zillerthal gesammelte Material stammt z. Th. von dem als Mineralfundort lange bekannten Serpentinstock des **Rothenkopf-Ochsner** im Zemmgrund, sodann vom **Greiner** ebenfalls im Zemmgrund und vom **Furtschagl** im Schlegeisgrund. Im Pfitscherthal findet sich ein besonders interessantes Vorkommniss auf der **Burgumer Alpe**, gerade vor der Sterzinger

Hütte, welches gleichfalls seit langer Zeit die schönsten krystallisirten Mineralien liefert, und ebenso ist es mit dem Vorkommen im Hollersbachthal im Oberpinzgau, in dessen unterstem Seitenthal, der **Scharn**,[1]) eine mächtige Serpentinwand ansteht, welche den Namen **„schwarze Wand“** führt. Die in meinen früheren Untersuchungen besonders betonten weitgehenden contactmetamorphischen Umbildungen des Nebengesteins sind hauptsächlich in typischer Weise am Hackbrettl im Stubachthal zu beobachten, wo der Serpentin in denselben durch Contactmetamorphose so äusserst leicht zu beeinflussenden Gesteinen, den Kalkglimmerschiefern, auftritt wie bei Prägraten, während dagegen bei den beiden andern Vorkommnissen im Stubachthal, sowie bei denjenigen des Zillerthals diese Verhältnisse mehr in den Hintergrund treten, da die dort aufgefundenen Serpentine in dem wenig einer Umlagerung fähigen Gneiss aufsetzen, und bei den Vorkommnissen der Scharn und der Burgumer Alpe, welche im „Grünschiefer“ liegen, die Contactverhältnisse nur sehr wenig aufgeschlossen sind, sondern vielmehr von den übergestürzten Blöcken verdeckt werden. Ueber die ursprünglichen Gesteine, aus welchen die Serpentine entstanden sind, erhält man Aufschlüsse durch die Vorkommnisse von den Todtenköpfen, vom Rettenkopf und vom Rothenkopf-Ochsner, an welchen neben umgewandelten Gesteinen alle möglichen Uebergänge zu völlig frischen gesammelt werden konnten. Eine neue Gruppe von Mineralbildungen endlich, welche an den früher beschriebenen Serpentinen nicht beobachtet werden konnten, welchen ich aber ganz besondere Beweiskraft für meine Anschauung über die Entstehung der Peridotite und Serpentine dieses Gebietes zuschreibe, sind fast an allen neu hinzukommenden Vorkommnissen in grösserer oder geringerer Vollkommenheit ausgebildet. Eine genauere Präcisirung dieser eigenartigen Bildungen, welche besonders häufig als Träger der krystallisirten Mineralien auftreten, muss zunächst der Einzelbeschreibung überlassen bleiben. Was die Reihenfolge der zu betrachtenden Vorkommnisse betrifft, so sollen sie in ihrer geographischen Vertheilung von Ost nach West, in den einzelnen Thälern vom Centralkamm abwärts nach Norden resp. nach Süden, aufgeführt werden. Es folgen sich so: Stubachthal, Umgebung von Prägraten südlich vom Gross-Venedigerstock, Hollersbachthal nördlich von demselben, Zillerthal und Pfitscherthal.

---

1) In der Literatur ist der Fundort häufig als „Scharn im Oberhollersbachthal“ angeführt; es handelt sich dabei stets um die Schwarze Wand in der Scharn, welch letztere aber das unterste linke Seitenthal des Hollersbachthales bildet.

A. Die Vorkommnisse des Stubachthales.

Von den im Stubachthal eingehender studirten Vorkommnissen von Peridotit und Serpentin ist das eine, welches sich vom Tauernmoosboden über den Rettenkopf zum Enzinger Boden hinabzieht, inzwischen von Becke beschrieben worden, welcher an demselben nachwies, dass echter Blätterserpentin mit allen charakteristischen Eigenschaften auch bei der Umbildung von Olivin entstehen könne, und dass somit die unter anderen auch von mir früher vertretene Anschauung, dass Antigoritserpentin auf Augit als Muttermineral hinweise, hinfällig ist. Auch ich hatte in den Jahren 1891 und 1892 das Vorkommen besucht und war bei dem mikroskopischen Studium zu denselben Schlüssen gekommen. Da indess nach den allerdings spärlichen Angaben in der Literatur sich Olivinfels und Krystalle von Olivin noch anderwärts im Stubachthal finden mussten, wollte ich erst diese Fundorte genauer untersuchen, bevor ich meine Beobachtungen veröffentlichte. Weder in dem Aufnahmebericht von Peters noch auch in der Hauer'schen Uebersichtskarte ist aber irgend ein derartiges Vorkommen angedeutet, und ich hatte daher als Wegweiser für meine Forschungen nur die Notiz in Haidinger, „Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften“ (1872, 2, 194), nach welcher sich Olivin „am Kalser Tauern schon über der Grenze im Pinzgau“ findet, was sich doch nicht wohl auf das näher der Thalsohle des Pinzgau als dem Kalsertauern liegende Vorkommen vom Rettenkopf beziehen konnte, auf welches es Becke anwendet; dazu kommt, dass an letzterem Punkte Olivin nur als Bestandtheil des ziemlich dichten Gesteins, nicht aber in grobkörnigen Aggregaten oder in Krystallen gefunden werden konnte, wie sie die Literaturnotiz sowohl als auch Stücke in der Münchner Staatssammlung vermuthen liessen. In diesem Sommer wurde endlich das fortgesetzte Suchen von Erfolg gekrönt, indem es mir gelang, im obersten Stubachthal östlich vom Kalsertauern[1]) ein Vorkommniss von Peridotit zu entdecken, an welchem einestheils die Structur des frischen Gesteins und die Vorgänge bei der Umwandlung zu Serpentin in viel ausgezeichneterer Weise zu überblicken sind, als bei dem Peridotit des Rettenkopfs, und welches anderntheils reich an grobkörnigen Aggregaten und an wohl ausgebildeten Krystallen von Olivin ist. Der neu aufgefundene Peridotit bildet die nordwestlichen schroffzackigen Ausläufer der Hohen Riffl, welche den Namen „Todtenköpfe“ führen und zwischen den beiden Rifflgletschern aufragen. Schon die Betrachtung dieser massigen, schroffen, schwarzen Felsen vom Thal oberhalb der Rudolfshütte aus machte das Vorhandensein eines derartigen Gesteins wahrscheinlich, wie es denn auch bei der Untersuchung an Ort und Stelle gefunden wurde. Auf ein weiteres Vorkommen von Serpentin,

1) Ich möchte hier die Gelegenheit ergreifen, einen kleinen Irrthum zu berichtigen, welcher sich in meiner früheren Arbeit „Ueber Serpentine aus den östlichen Centralalpen und deren Contactbildungen“ eingeschlichen hat. Es muss dort pag. 46 Zeile 12 v. o. statt Kalser Tauern, Kalser Thörl heissen.



über welches in der Literatur aber gar nichts bekannt ist, wurde ich durch das Vorhandensein von dichten, splittrigen Granatfelsen in der Münchner Staatssammlung geleitet, welche die Etiquette „vom Reichensperg-Lahn in Stubach" trugen. Derartige Granatfelse stehen in den Centralalpen, wie eine grosse Anzahl von Beispielen ergibt, stets mit Serpentin in Verbindung, und es gelang mir auch, oberhalb der Reichenberger Alm im obern Schrabachthal einen Serpentinstock zu entdecken, welcher das Hackbrettl bildet und den Fundort der dichten Granatfelse darstellt.

Von den untersuchten drei Vorkommnissen im Stubachthal liegen zwei im Gneiss, also wie schon oben ausgeführt, in Schichten, welche nur wenig intensive contactmetamorphische Umwandlungen erwarten lassen, wie solche auch thatsächlich nur in geringem Maasse vorhanden sind, während dagegen das Dritte der Zone der Chloritschiefer-Kalkglimmerschiefer angehört und durch die Begleitung ausserordentlich charakteristischer Contactproducte ausgezeichnet ist.

Die Todtenköpfe bilden einen schroffen, zackigen Felsgrat, welcher von Westen und Süden überhaupt nicht zugänglich erscheint, da die Wände fast senkrecht zum südlichen Rifflkees und zum Oedenwinkelkees abfallen, während östlich wohl in den darüber lagernden Gneissschichten ein Zugang vorhanden wäre, wenn nicht der aus den „todten Löchern" herabstürzende Gletscherabbruch den Weg mit mächtigen Eislawinen bestreuen würde. Indessen liegen auf dem Oedenwinkelkees sowohl als namentlich auf dem Rifflkees Blöcke mächtigster Dimensionen von dem oben anstehenden Vorkommniss, so dass man die Art und Weise des Auftretens der verschiedenen Bildungen ziemlich gut erkennen kann. Die Lagerungsform selbst ist bei dem grossen Contrast, welcher in der Farbe und den Verwitterungsformen des bruchigen, zerquetschten Gneisses und des massigen, unregelmässig zerklüfteten Peridotits und Serpentins besteht, nicht gerade schwer zu überblicken; man sieht, dass hier wie an allen andern zu besprechenden Punkten der Peridotit in Form einer ziemlich dicken Linse zwischen den Schichten des Gneisses hervortritt. Ueber Contactbildungen konnte ich hier nur wenige Beobachtungen anstellen, indessen dürften sie nach Maassgabe der übrigen im Gneiss beobachteten Vorkommnisse auch nicht besonders deutlich vorhanden sein. Einzelne Stücke von Epidotgranatfels, sowie von Strahlstein- und Tremolit-reichen Schiefern, welche auf dem Rifflkees aufgelesen wurden, erinnern in ihrer Structur, zumal im Auftreten des Granats, an derartige Bildungen und stimmen jedenfalls in dieser Beziehung nicht mit normalen Schiefern ähnlicher Zusammensetzung überein, welche ich aus dem Gebiete kennen gelernt habe; ob sie aber in irgend welche Beziehung zu dem Peridotit zu bringen sind, kann ich nicht einmal wahrscheinlich machen. Im Uebrigen sind die neben den Blöcken von Serpentin und Peridotit zu beobachtenden Gesteine vorwiegend normale Gneisse neben Granatgneissen und Amphibolgneissen, welche den Vorkommnissen aus dem Zillerthal zum Verwechseln ähnlich sind.

Der Peridotit, welcher die Felszacken der Todtenköpfe bildet, ist zum Theil recht frisch, er besitzt dann gelblichgrüne Farben und den für Olivingesteine cha-

rakteristischen Glanz. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass neben dem schon makroskopisch hervortretenden Olivin in ziemlicher Menge ein Blätterserpentin in grossen, wohlausgebildeten Tafeln vorhanden ist, welcher in seinen optischen Eigenschaften mit dem Antigorit übereinstimmt und im Folgenden stets als Antigorit bezeichnet werden soll, ein Name, welcher heute ziemlich allgemein für Blätterserpentin im Gegensatz zum Faserserpentin, dem Chrysotil, angewendet wird. Zu diesen beiden Mineralien, Olivin und Antigorit, welche meist in gesetzmässiger Weise mit einander verwachsen sind, tritt überall in wechselnder Menge ein Chromspinell, gewöhnlich umgeben von rundlichen Höfen von Chlorit, sowie meist sehr untergeordnet ein Pyroxen von den Eigenschaften des Diallag's.

Der Olivin erscheint in einer Anzahl von Proben vollständig frisch, er ist stets farblos durchsichtig und zeigt häufig die Spaltbarkeit nach (010) in ungewöhnlich vollkommener Ausbildung, wodurch ein etwas auffallendes Aussehen hervorgebracht wird; aber die optischen Verhältnisse lassen die Bestimmung des Minerals ebenso unzweifelhaft erscheinen, wie die leichte Löslichkeit in Salzsäure und das Verhalten beim Glühen, wobei der Olivin sich lebhaft färbt und einen deutlichen Pleochroismus von rothbraun zu gelblichbraun annimmt. Krystallform ist am Olivin im Peridotit selbst nirgends zu beobachten, er bildet stets eckige oder gerundete, seltener auch prismatisch verlängerte Individuen. In vielen Fällen zeigen namentlich die grösseren Körner eine wenig scharfe, aber fast stets annähernd geradlinige Sonderung in optisch etwas verschieden orientirte Lamellen, welche wohl das Ergebniss der Quetschung des Gesteines durch den Gebirgsdruck sind; es lassen hier aber die Grenzen der einzelnen Felder nicht eine gleichbleibende optische Orientirung erkennen, dieselben liegen vielmehr bald parallel der kleineren, bald parallel der grösseren Elasticitätsaxe des betreffenden Durchschnittes.

Von Interesse sind die Einschlüsse, welche der Olivin führt, einestheils opake Stäbchen, welche regelmässig auf bestimmten Flächen eingelagert sind, sodann eigenartige farblose Gebilde, welche nicht doppelbrechend sind und wie negative Krystalle erscheinen. Sie haben im Dünnschliffe oft scharfe, rhombische Contouren, und in jedem derselben sitzt, ähnlich wie in Glaseinschlüssen die Libelle, ein winziges Kryställchen von Chromspinell. Diese Einschlüsse ziehen sich oft in Schnüren parallel den Spaltrissen durch die Krystalle hindurch, ohne dass es aber gelingen mochte, trotz ihrer Menge und verhältnissmässigen Grösse, zu erkennen, aus was dieselben bestehen. Der Chromspinell findet sich auch sonst in ziemlicher Menge als Einschluss im Olivin.

Die interessanteste Erscheinung, welche diese Gesteine aufweisen, ist aber unzweifelhaft die Art des Auftretens des Antigorit und sein Verhältniss zum Olivin, wie man es in den frischesten Varietäten des Peridotit von den Todtenköpfen studiren kann. Man beobachtet hier, dass die Krystalle von Olivin wie zerfetzt erscheinen durch scharf hindurchschneidende, einheitlich ausgebildete und ungewöhnlich grosse Tafeln von Antigorit, welche stets genaue Orientirung nach krystallographischen

Flächen des Olivins zeigen. Die optischen Verhältnisse des Antigorit lassen sich an den grösseren Tafeln wohl bestimmen; die Lichtbrechung des Minerals ist ziemlich nieder, ähnlich der des Canadabalsams, ebenso die Doppelbrechung, welche derjenigen des Quarzes nahe steht; Pleochroismus ist stets vorhanden, wenn auch nie besonders deutlich, es erscheint der parallel zur Längsrichtung der Blättchen schwingende Strahl schwach grünlich, während der andere farblos ist. Parallel der Basis ist die Spaltbarkeit sehr vollkommen, Spaltblättchen geben den senkrechten Austritt der ersten Bisectrix eines optisch zweiaxigen negativen Minerals mit einem Axenwinkel von ungefähr 60°. Ebenso sprechen die chemischen Reactionen, die sehr schwierige Löslichkeit in Salzsäure, sowie die Trübung bei anhaltendem Glühen für die Bestimmung als Antigorit. In der salzsauren Lösung, bei welcher allerdings nicht vermieden werden kann, dass etwas Olivin mit gelöst wird, erhält man mikrochemisch kräftige Reactionen auf Eisen und Magnesia, sehr schwache auf Thonerde. Hauptsächlich finden sich diese Einschlüsse von Antigorit in zwei Richtungen im Olivin eingelagert, welche in Schnitten, in denen die erste Bisectrix senkrecht austritt, einen Winkel von 60° bilden, der von der Spaltbarkeit halbirt wird, es liegen also hier regelmässige Verwachsungen vor, bei welchen die Flächen des Brachydomas (011) des Olivins parallel der Basis des Antigorits liegen. Untergeordnet findet man die Antigoritblättchen auch noch parallel anderen Flächen im Olivin, welche aber nicht genauer bestimmt werden konnten. Jedenfalls tragen diese grossen, wohlausgebildeten, in gesetzmässiger Stellung zum Olivin befindlichen Antigorittafeln in ihrer ganzen Erscheinung durchaus nicht den Charakter eines Umwandlungsproductes zur Schau, sie sind vielmehr als primäre Bestandtheile des Gesteines zu deuten. Dafür spricht einestheils die Art des Auftretens derselben im frischen, unzersetzten Olivin, welcher durch die grossen Antigorittafeln in kleine, scharfeckige, vollständig klar durchsichtige Fragmente zerlegt wird, wie dies Fig. 1 auf Tafel I deutlich zeigt, anderntheils die Erscheinung, dass dieselben niemals parallel zu der ungewöhnlich deutlich ausgebildeten Spaltbarkeit auftreten, und dass sie sich auch niemals auf den Grenzen der einzelnen Olivinkörner angesiedelt haben; man wird also in diesen Gesteinen Olivin und Antigorit als gleichzeitige Bildungen und als gleichwerthige Gesteinsbestandtheile anzusehen haben.

Es mag diese Erklärungsweise vielleicht zunächst etwas fremdartig erscheinen, wenigstens wenn man meine Anschauung, dass die Urgesteine der centralalpinen Serpentine eruptiver Natur sind, theilt, und man wird derselben den hohen Wassergehalt des Serpentinmoleküls entgegenhalten. Wir kennen ja auch bis jetzt den Serpentin nirgends in primärer Form, sondern stets nur als Pseudomorphose nach den verschiedensten Mineralien. Vielleicht hat man sich aber nur zu sehr daran gewöhnt, seitdem Quenstedt die pseudomorphe Natur der Snarumer Krystalle nachgewiesen hat, den Serpentin einfach als Umwandlungsproduct zu betrachten, wie ja nicht leicht irgendwo ein Vorkommniss bekannt sein dürfte, wo das Verhältniss des Serpentins zu dem sicher ursprünglichen Mineral des Peridotits, dem Olivin, so unzweifelhaft wäre wie an dem Vorkommniss von den Todtenköpfen im obern Stubachthal. An

und für sich erscheint es wohl überraschend, wenn ich das wasserhaltige Serpentinsilicat als durch Schmelzfluss entstanden betrachte, indess möchte ich betonen, dass der Serpentin nach neueren Untersuchungen nicht als wasserhaltige Substanz im gewöhnlichen Sinn anzusehen ist, sondern dass das Wasser desselben vielmehr Constitutionswasser ist. Und dass Mineralien, an deren Constitution das Wasser theilnimmt, in Massengesteinen auch sonst weit verbreitet sind, ist doch allgemein bekannt, speciell liefert der sicher als intrusives Gestein anzusehende „Centralgranit“[1]) einen in nächster Nähe liegenden Beweis für diese Ansicht. Dieser ist ganz erfüllt von ebenso unzweifelhaft primären Epidot- und Zoisitindividuen, und es lässt sich wohl nicht ganz von der Hand weisen, dass das Auftreten von Silicaten, welche reichlich Constitutionswasser enthalten, in diesen centralalpinen Massengesteinen mit dem Gebirgsdruck in Verbindung zu bringen ist. Allerdings in anderer Weise, als dies Becke wohl meint, wenn er auf das Vorkommen von Antigoritserpentin im gefalteten Gebirge hinweist; ich glaube vielmehr, dass der Gebirgsdruck während der Verfestigung des Gesteins wirksam war, und dass sich unter dem besonders mächtigen Druck einerseits der überlagernden Gesteine bei der Bildung des Tiefengesteins, andererseits dem der gebirgsbildenden Kräfte, wasserhaltige Silikate aus dem jedenfalls wasserhaltigen Schmelzfluss ausbilden konnten, während unter gewöhnlichen Umständen diese einfach nicht beständig sind und etwa gebildete Moleküle dieser Art unter dem Einfluss der hohen Temperatur zerfallen.

In den beschriebenen regelmässigen Verwachsungen von Olivin und Antigorit scheint gleichzeitig der Grund zu der Umwandlung des ganzen Gesteins zu Antigoritserpentin gelegt, aber das aus der Zersetzung des Olivins hervorgehende Product, welches, rein mineralogisch betrachtet, mit dem primären Antigorit identisch ist, unterscheidet sich davon in mancher Beziehung. Es stellen nämlich die primären Tafeln, soweit Beobachtungen an den verschiedenen Uebergängen von Peridotit zu Serpentin von den Todtenköpfen möglich waren, stets den einzigen Grund der später in dem fertigen Serpentin zu beobachtenden Gitterstructur dar; wo die Umwandlung selbst beginnt, — ich halte diejenigen Gesteine nicht mehr für frisch, in welchen entweder der Olivin getrübt ist oder aber sich auf den Grenzen zwischen den einzelnen Olivinkörnern oder auf den Spaltrissen Serpentin gebildet hat — entstehen niemals mehr so wohlbegrenzte, scharf durch die Krystalle hindurchschneidende Tafeln, sondern der aus dem Olivin durch Zersetzung hervorgehende Antigorit ist mehr wirr schuppig, wobei durch die fortgesetzte Ablagerung dieser aggregatpolarisirenden Substanz die ursprünglich so deutliche Erscheinung der „Gitterstructur“ getrübt wird und, wie das in der That zumeist der Fall ist, in dem fertigen Serpentin durchaus nicht mehr in der Klarheit vor Augen liegt, wie in dem ursprünglichen Olivinfels. An einzelnen

1) Ich greife hiemit dem nächsten in dieser Reihe der „Beiträge zur Petrographie etc.“ erscheinenden Abschnitt voraus, in welchem speciell der Centralgranit eingehend beschrieben werden sollen.

Stellen der Serpentinmasse der Todtenköpfe aber, ebenso wie an solchen vom Rettenkopf bildet sich das Gestein zu einem normalen Chrysotilserpentin um, und ich muss betonen, dass die betreffenden Schliffe nicht etwa aus der oberflächlichen Verwitterungskruste angefertigt sind; in den Fasern, welche die zum Theil recht deutlich ausgebildeten „Maschen" zusammensetzen, ist die optische Orientirung diejenige des Chrysotils.

Der Peridotit der Todtenköpfe besteht also in frischem Zustand aus den primären Mineralien Olivin und Antigorit in regelmässiger Verwachsung, sowie einem Chromspinell. Die Umbildung dieses Gesteins zu Serpentin geht nun in der Weise vor sich, dass sich sowohl an den primären Tafeln des Antigorit als auch auf den Spaltrissen, auf Klüften und auf den Grenzen der einzelnen Mineralkörner secundäre Antigoritsubstanz absetzt, welche zumeist ein schuppiges Aggregat darstellt. Durch das Ueberhandnehmen des Umwandlungsproductes wird der Olivin in kleinste, unregelmässig rundliche Partikel zertheilt, welche in Folge der hohen Lichtbrechung trüb bis undurchsichtig erscheinen, und verschwindet endlich ganz. Die „Gitterstructur", diese für Antigoritserpentine so ausserordentlich charakteristische Erscheinung ist dabei bedingt durch die ursprüngliche regelmässige Verwachsung des Olivins mit dem Antigorit und ist, wenigstens an den Vorkommnissen von den Todtenköpfen, niemals als Product eines in bestimmten Richtungen verlaufenden Umbildungsprocesses anzusehen, vielmehr verdeckt die secundär gebildete, wirrschuppige Antigoritsubstanz in allen Fällen die ursprünglich viel deutlichere „Gitterstructur". Dass sich neben diesen mit „Gitterstructur" versehenen Serpentinen hier auch solche mit „Maschenstructur" finden, in welchen gewöhnlicher Faserserpentin das Umwandlungsproduct bildet, wurde schon erwähnt. Mit Becke anzunehmen, dass dieser Faserserpentin oder Chrysotil nur als „moderne Verwitterungserscheinung" dem durch den Gebirgsdruck gebildeten Antigorit entgegenzustellen sei, liegt für mich um so weniger Grund vor, als einestheils die betreffenden Vorkommnisse von den Todtenköpfen durchaus nicht der Verwitterungsrinde angehören, anderntheils ein später ausführlicher zu besprechendes Vorkommen vom Rettenkopf dagegen spricht, in welchem ein mit Maschenstructur versehener Faserserpentin vorliegt, der von einer Menge von Adern durchzogen ist, auf welchen sich frischer Olivin mit blättrigem Antigorit zum Theil in paralleler Verwachsung abgelagert hat. Nach den hier gemachten Beobachtungen scheint mir vielmehr der einzige Grund zu der verschiedenen Ausbildung der Serpentine in dem Moment zu liegen, ob ursprünglich Antigorit als Gemengtheil des Gesteins vorhanden war oder nicht.

Die übrigen Mineralien der frischen Gesteine von den Todtenköpfen lassen sich ziemlich kurz besprechen. Ueberall vorhanden ist der schon erwähnte Chromspinell, welcher sich auch als Einschluss im Olivin findet; in der Boraxperle gibt derselbe kräftige Reaction auf Chrom, wenig deutliche auf Eisen, ist aber stark magnetisch. Er nimmt auch für sich an dem Aufbau des Gesteins theil und findet sich dann meist in grösseren, gerundeten, zum Theil zerfetzt aussehenden Krystallen, welche eine deutliche





Spaltbarkeit nach dem Oktaëder erkennen lassen. Häufig sind sie umgeben von Höfen von Chlorit, wie sie auch Becke in dem Vorkommen vom Rettenkopf erwähnt. Der Chlorit ist von dem Antigorit zu unterscheiden durch die entgegengesetzte optische Orientirung, — hier liegt stets die Axe grösster Elasticität parallel zur Spaltbarkeit —, den viel kräftigeren Pleochroismus (c lichtröthlichbraun, ⊥ c lichtgrün). sowie durch die schwächere Doppelbrechung. Charakteristisch sind für dieses Mineral die eigenartigen lebhaften Interferenzfarben niederster Ordnung, die nur an den schwächst doppelbrechenden Mineralien zu beobachten sind, bei welchen die Doppelbrechung für einzelne Farben gleich Null ist. Diese letzteren sind daher zwischen gekreuzten Nicols stets ausgelöscht und aus den übrigen Theilen des weissen Lichtes resultiren die eigenartigen Interferenzfarben, welche meist durch die Tiefe ihres Tons, in allen Fällen aber bei Einfügung eines empfindlichen Gypsblättchens durch die sehr geringe Aenderung der teinte sensible sich als Farben niederster Ordnung zu erkennen geben.

Ein weiteres Mineral, welches in einer Anzahl von Gesteinsproben hinzukommt, ist der Diallag. Es bilden sich durch das Hinzutreten dieses Gemengtheiles allmähliche Uebergänge von dem reinen Peridotit zum reinen Pyroxenit heraus, welch letzterer allerdings ziemlich seltener ist, aber in einzelnen Proben gesammelt werden konnte. Der Diallag, an welchem Spaltbarkeit nach dem Prisma, sowie nach beiden verticalen Pinakoiden, oft in gleicher Vollkommenheit beobachtet wird, enthält häufig ausserordentlich massenhaft stäbchenförmige, opake Einschlüsse parallel den Spaltrissen, sowie kleine Oktaëder des Chromspinells; hin und wieder ist die Zwillingslamellirung deutlich, meist verschwommen und nur an einzelnen Stellen zu beobachten. Die Individuen dieses Minerals sind gewöhnlich ziemlich gross und bilden auch da, wo der Olivin sehr feinkörnig wird, grössere Einsprenglinge, welche häufig gebogen sind und im polarisirten Licht eine Kataklasstructur erkennen lassen. Doch verlaufen die Grenzen der einzelnen Felder hier nie so gerade wie beim Olivin. Der Serpentinisirung erliegt er in viel geringerem Maasse als letzteres Mineral, und wo die Serpentinbildung in ihm begonnen hat, sieht man deutlich, dass diese nicht zur Ausbildung der Gitterstructur führt, sondern vielmehr, dass sich wirrschuppige oder parallel dem Orthopinakoid des Diallags abgelagerte Antigoritsubstanz absetzt.

Es finden sich ferner in den Umwandlungsproducten der Peridotite der Todtenköpfe: Tremolit, Talk, Magnetit, Pyrit, sowie rhomboëdrische Carbonate. Der Tremolit bildet in mehreren Proben von Serpentin prismatische Krystalle, welche, wie gewöhnlich, keine krystallographische Endausbildung besitzen; sie sind vor allem durch das Auftreten sehr intensiver Kataklasen interessant, wobei einestheils die Prismen gebogen sind, anderntheils in einzelne Sectoren ∥ den Flächen des Prisma zerlegt erscheinen, so dass ein derartiger Krystall im polarisirten Licht wie ein Bündel wenig gegeneinander verschobener Nadeln aussieht. Der Talk tritt zum Theil accessorisch im Serpentin auf, zum Theil bildet er schalige Aggregate auf Klüften, oder aber er verdrängt den Serpentin mehr oder weniger. Der Magnetit begleitet wie überall die

Neubildung von Antigorit, ebenso wie der Pyrit, welcher aber auch hin und wieder mit dem Chromspinell verwachsen erscheint. Von rhomboëdrischen Carbonaten findet man makroskopisch Rhomboëder von Breunerit im talkreichen Serpentin, ausserdem sind körnige Partieen und radialfaserige Aggregate desselben in den umgewandelten Gesteinen nichts Seltenes.

Was die Structur der Gesteine von den Todtenköpfen betrifft, so sind es meist gleichmässig mittelkörnige Peridotite, feinkörnige und grobkörnige Varietäten finden sich nur als ganz seltene Ausscheidungen; eine Art Mörtelstructur, wie sie an den Vorkommnissen vom Rettenkopf häufig ist, kommt hier nur selten zur Ausbildung. In weitaus den meisten der frischen Vorkommnisse herrscht der Olivin in Verwachsung mit dem Antigorit, dazwischen finden sich Flecken von Chromspinell und seltene Krystalle von Diallag, doch bilden sich, wie schon oben erwähnt, durch Zunahme des letzteren Minerals auch reine Diallagfelse heraus. Der Chromspinell ist oft in Schlieren im frischen Gestein angehäuft, und es pflegen dann solche Stellen etwas gröber körnigen Olivin zu führen als das ganze Gestein. Makroskopisch haben die reinen Olivinfelse grosse Aehnlichkeit mit dem Dunit der Dun Mtains., Neuseeland, die grünlich gelbe Farbe, die Korngrösse, der fettige Glanz, die Flecken von Chromspinell sind durchaus dieselben; dazu sind die Gesteine äusserst zäh, im Grossen zerklüftet und nur sehr schwer mit dem Hammer zu bearbeiten, noch um Vieles schwieriger als die von Becke beschriebenen Vorkommnisse vom Rettenkopf. Wo Diallag hinzutritt, findet er sich zunächst in der Form einzelner schwarzer, glänzender Einsprenglinge, bis das ganze Gestein in ein mittelkörniges Aggregat der schwarzen, vollkommen spaltbaren Diallagtafeln übergeht. Ich möchte diese neue Gruppe der Peridotite, welche allerdings meiner Auffassung nach auf stark dislocirte Gebiete beschränkt ist, als **Stubachite** bezeichnen, da in denselben eigenartige Gesteine vorliegen, welche nicht als Abkömmlinge irgend eines anderen Gliedes dieser Gesteinsreihe gedeutet werden können; die Zwischenglieder zwischen den frischen Stubachiten und den eigentlichen Serpentinen haben meist dunkle Farben und lassen eine gewisse Parallelstructur erkennen, welche man am besten als Maserung bezeichnen kann. Es wechseln dunkle, in der Zersetzung weiter fortgeschrittene Masern, auf welchen viel Magnetit ausgeschieden ist, mit lichtgrünen, an dem ursprünglichen Olivin noch reicheren ab, doch ohne dass eine eigentliche Lagen- oder Bänderstructur entsteht, indem die einzelnen Masern, welche im Grossen und Ganzen in der Richtung ihrer Längserstreckung übereinstimmen, mit einander in Verbindung stehen oder auseinander gehen, wie man dies bei dem weitverzweigten Wurzelwerk eines Baumes beobachtet. So scharf die Grenzen der dunkeln und lichten Masern makroskopisch erscheinen, so wenig scharf sind sie unter dem Mikroskop, wo man stets einen ganz allmählichen Uebergang zwischen denselben wahrnimmt. In vielen Fällen sieht man neben der Richtung der hauptsächlichen, oft recht breiten Masern eine zweite, parallel zu welcher gleichfalls Schnüre stärker zersetzter Substanz das Gestein durchziehen, und welche quer zu der ersteren geht. Man kann die Erscheinung damit in Verbindung bringen, dass bei der Auf-

stauung des Gebirges, welche, wie die Kataklasstructur der frischen Gesteine beweist, nach der Erstarrung der Gesteine nicht abgeschlossen war, dieselben gepresst wurden, und sich dabei Richtungen herausbildeten, parallel zu welchen der Zersetzung der Zugang leichter gemacht wurde. Endlich gehen die reinen Olivinfelse in zum Theil schalige, zum Theil massige dunkelgrüne Serpentine über, in welchen man noch Reste von Diallag in dunklen Spaltungsflächen, sowie als Neubildungen Magnetit, Pyrit, Tremolit und Breunerit erkennt.

Ganz besonderer Bemerkung werth ist nun noch eine Erscheinung an den Serpentinen der Todtenköpfe, welche zusammen mit den später zu erwähnenden Neubildungen an anderen Serpentinen der östlichen Centralalpen von Interesse für die Erkenntniss der Entstehung dieser Gesteine ist.

Die Blöcke des frischen Peridotits sowohl, als auch des umgewandelten Serpentins sind durchzogen von Klüften und Adern der verschiedensten Dimensionen, auf welchen Mineralneubildungen stattgefunden haben. Die hauptsächlichsten Mineralien, welche sich auf diesen Klüften finden, sind Olivin, Antigorit, Kalkspath, Tremolit und Magneteisen. An einzelnen Stellen sind Neubildungen von reinem grobkörnigem Olivin entstanden, makroskopisch wie die Olivinbomben der Basalte erscheinend. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass diese nur aus grösseren Olivinkörnern bestehen, welche die Spaltrisse des Olivins im normalen Peridotit nicht zeigen, dagegen gleichfalls Chromspinell, sowie die oben beschriebenen Einschlüsse mit Chromspinellkrystallen, welche oft negativen Krystallen gleichen, aufweisen; auf den Grenzen der einzelnen Körner bildet sich schon makroskopisch erkennbarer Chrysotil. Oder aber der Olivin findet sich zusammen mit Antigorit und ist dann oft in derselben Weise mit ihm verwachsen und von demselben zerschnitten wie in dem Peridotit selbst. (Vergl. Fig. 1 und 2 auf Tafel III.) Im Allgemeinen ist der Olivin hier sowohl als da, wo er in Kalkspath eingewachsen auftritt, langprismatisch ausgebildet. Das Zusammenvorkommen von Olivin mit Kalkspath ist das häufigste auf diesen Klüften, es ist dann der Olivin stets durch Krystallform ausgezeichnet, und es finden sich oft recht schöne und grosse Krystalle. von Olivin im grobspäthigen Calcit. Weniger häufig ist der Olivin in faserigen Tremolit eingewachsen, gleichfalls meist in wohlausgebildeten Krystallen. Der Tremolit ist theils radialstrahlig, theils wirr parallelfaserig und geht allmählich in Amianth und Bergholz über. Hier finden sich dann meist auch grosse dodekaëdrische Krystalle von Magneteisen, welche sich als chromfrei erwiesen.

Eine Erklärung dieser Bildungen zu geben, ist nach den bisher besprochenen Beobachtungen nicht leicht, und ich möchte dieselbe, da im Verlauf der Arbeit noch eine grosse Anzahl analoger Bildungen hinzukommt, erst am Schlusse des Ganzen in zusammenfassender Weise ausführen und hier nur noch betonen, dass zwischen den Mineraladern und Gängen und dem Peridotit selbst kein Uebergang besteht, sondern dass dieselben stets scharf geschieden sind.

Von dem zweiten Vorkommen von Peridotit im Stubachthal, welches ich eingehender studirt habe, demjenigen vom Rettenkopf, hat, wie schon bemerkt, in

letzter Zeit Becke eine Beschreibung gegeben, welcher ich nur noch einiges hinzufügen möchte. Zunächst bemerkt Becke das geologische Vorkommen betreffend, dass unmittelbar im Hangenden des Serpentins Aufschlüsse fehlen; in der That aber sind solche hier vorhanden, und der Weg, welcher vom Tauernmoosboden zur Wurfbachalpe hinabführt, verläuft kurz vor dem Abstieg eine Zeit lang auf der Grenzlinie von Serpentin und Gneiss. Auf der einen Seite des Weges steht der zu einem Rundhöcker abgeschliffene Serpentin an, auf der andern hat man verwitterten, eigenartig modificirten Gneiss vor sich, welcher von dem normalen Gneiss ziemlich verschieden ist. Doch ist die Zone der abweichend ausgebildeten Gesteine hier nie mächtig, schon in der Entfernung von 1 m oder wenig mehr finden sich ganz normale Gneisse. Die dem Serpentin zunächstliegenden Bildungen unterscheiden sich von letztern vor allem dadurch, dass sie statt des Feldspaths stets mehr oder weniger dichte Aggregate von strahlsteinartiger Hornblende und Epidot enthalten, was sich auch schon makroskopisch an der graulichgrünen Farbe zu erkennen gibt; dazu tritt an einzelnen Stellen Fuchsit in fleckigen Zusammenhäufungen. Obgleich derartige Bildungen im ganzen Gebiete des Gneisses nur am Contact mit Serpentin, seltener auch am Contact mit dem Centralgranit zu beobachten sind, bin ich doch weit entfernt, diese Gesteine als besonders charakteristische Contactbildungen anzusehen.[1])

Die untere Grenze des Peridotits vom Rettenkopf verläuft etwas nördlich von der Schlucht des Tauernmoosbachs. Vom Enzinger Boden aus beobachtet man, dass zunächst am Contact bräunlich verwitterte Gesteine vorhanden sind, welche, nach abgestürzten Blöcken auf dem Enzinger Boden zu urtheilen, ursprünglich ähnlich den soeben besprochenen zusammengesetzt gewesen sein mögen; jetzt erkennt man in denselben vorherrschend ein Hornblendemineral, sowie in ziemlicher Menge Graphit. Die Bestimmung dieses letztern Minerals wurde in der Weise durchgeführt, dass zunächst eine Probe mit Flusssäure und Schwefelsäure isolirt wurde, welche unter dem Mikroskop sich als deutlich krystallisirt erwies. Die einzelnen Blättchen besitzen den charakteristischen lebhaften fettigen Metallglanz. Auch chemisch stimmen sie voll-

1) Ich würde von derartigen Bildungen sowenig, wie überhaupt von den schlecht charakterisirten Umformungen, welche Gneisse am Contact mit den centralalpinen Serpentinen zeigen, meine Anschauung ableiten, dass diese Serpentine ihre Umgebung contactmetamorphisch beeinflusst haben, und noch weniger von den Einlagerungen von Amphibolit im Gneiss. Jedenfalls aber haben die von mir früher beobachteten Gesteine, aus welchen ich diesen Schluss zog, ausserordentliche Aehnlichkeit mit den bestausgebildeten Kalksilicathornfelsen, und derartige Bildungen finden sich höchst merkwürdiger Weise nur in den Contactzonen der Serpentine, während so weitgehende Umwandlungsprocesse in weiterer Ausdehnung in der Centralkette der Alpen durchaus fehlen. Man wird daher doch ein höheres Maass von Wahrscheinlichkeit für sich haben, wenn man die Entstehung derselben mit derjenigen des Serpentins in Verbindung bringt, als durch den rein hypothetischen Satz, welchen Becke zu ihrer Erklärung aufstellt: „Ihre Entstehung ist zurückzuführen auf die Einwirkung der Lösungen, welche während der Krystallisation der Gesteine in die Umgebung diffundiren." Wie Becke sich dabei die Entstehung dieser Gesteine, speciell des Serpentins resp. Peridotits denkt, ist dieser Bemerkung nicht beigesetzt.

ständig mit echtem Graphit überein, im Gebläsefeuer geglüht, verbrennen sie nur, wenn reiner Sauerstoff hinzutritt; sie leiten die Electricität gut und geben mit $KClO_3$ und HNO_3 Graphitsäure. Es ist dies das einzige Vorkommen von Graphit, das mir aus dem ganzen Gebiet, welches ich genauer durchforscht habe, bekannt geworden ist, was um so auffallender erscheint, als in weiter Verbreitung Graphitoid zu beobachten ist.

Was die mineralische Zusammensetzung der Peridotite des Rettenkopf betrifft, so kann ich mich in dieser Beziehung ganz an die Beschreibung von Becke anschliessen, ich möchte nur noch hinzufügen, dass in einzelnen Fällen das Pyroxenmineral dieselben stäbchenförmigen Einschlüsse enthält, wie in den Gesteinen der Todtenköpfe, dass häufig Zwillingslamellen, die aber wenig scharf durchsetzen, sowie Verbiegungen und sonstige Erscheinungen der Kataklase in demselben zu beobachten sind; hin und wieder sind auch die prismatischen Krystalle im frischen Gestein etwas radial gestellt. Die Umwandlung des Olivins in Antigorit ebenso wie diejenige des Pyroxens ist vollständig analog mit den Vorgängen in dem Gestein der Todtenköpfe, nur dass hier ebenso frische Stücke wie dort nicht gesammelt werden konnten, und in Folge dessen auch die primäre Form der Verwachsung von Olivin und Antigorit im Peridotit selbst kaum hervortritt. Erst durch das Studium der Peridotite von den Todtenköpfen wird es überhaupt möglich, zu erkennen, dass man auch in den meisten dieser Gesteine zwischen primärem und secundärem Antigorit unterscheiden muss, dass dieselben also ursprünglich gleichfalls echte „Stubachite" gewesen sind. Eine Vergleichung der Fig. 3 auf Tafel I mit den Fig. 1 und 2 derselben Tafel zeigt die vollständige Uebereinstimmung beider Gesteine. Am Aufstieg zum Enzinger Boden sammelte ich einige Stücke ziemlich frischen Gesteins, in welchen ich die regelmässig eingewachsenen Antigorittafeln im Olivin nicht auffand, und anderntheils findet sich an dem Vorkommen vom Rettenkopf eigentlicher Chrysotilserpentin mit mehr oder weniger wohl charakterisirter Maschenstructur häufiger als an den übrigen von mir untersuchten Serpentinen.

Was die Gesteinsvarietäten betrifft, welche hier angetroffen werden, so stimmen sie in ihrem makroskopischen Aussehen recht gut mit den verschiedenen Vorkommnissen von den Todtenköpfen. Reine Olivinfelse, allerdings merklich weniger frisch, aber stets noch mit dem charakteristischen Fettglanz der dunkelolivengrünen Gesteine gehen allmählich in echte Pyroxenite über, in welchen der Olivin sich nur noch als accessorischer Gemengtheil findet. Ebenso lassen sich Proben von den verschiedensten Stadien der Umwandlung sammeln, reine Olivinfelse liefern fast basaltartig aussehende, harte und zähe Gesteine, an welchen, namentlich auf der Verwitterungsfläche die an dem vorigen Vorkommniss beschriebene Maserung fast überall zu erkennen ist. Wo neben Olivin Pyroxen vorhanden ist, bleibt dieser fast stets in dem Serpentin erhalten.

Was ferner die geologischen Verhältnisse der verschiedenen Varietäten betrifft, so spricht nichts für eine Wechsellagerung derselben, vielmehr hat die Vertheilung, wie sie an Ort und Stelle ebenso gut wie im Handstück studirt werden kann, stets

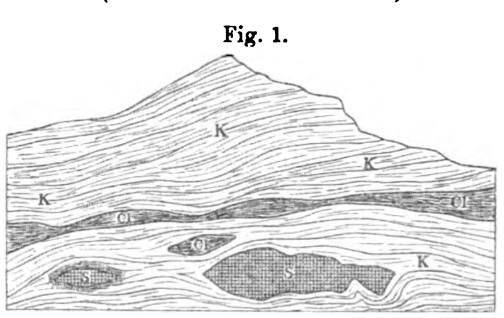
den Charakter unregelmässiger Schlieren, wie sie bei magmatischer Spaltung der basischen Eruptivgesteine ziemlich häufig entstehen.

Auch an diesem Vorkommniss treten Mineralneubildungen auf Gängen und Adern auf, welche, allerdings viel weniger häufig als bei dem ersten Vorkommniss, in verschiedener Ausbildung beobachtet werden konnten. Die Mineralien, welche hier in dieser Form angetroffen wurden, sind Olivin, oft in Verwachsung mit Antigorit, ein diopsidartiger Pyroxen, Magnetit und Pyrit. Mineralcombinationen dieser Art fand ich an einem Block am Enzinger Boden, wo eine Kluft von einem körnigen Aggregat nicht ganz frischen Olivins mit einzelnen Diopsidkrystallen ausgefüllt erscheint. Das Gestein, in welchem dieselbe auftritt, ist fast reiner Pyroxenit. Häufiger findet man derartiges anstehend auf der Höhe des Rettenkopfs, wo der Serpentin, und zwar namentlich der mit Maschenstructur versehene, durchsetzt ist von einem wirren Geäder oft mikroskopischer Gängchen, welche zumeist aus parallelfaserigen Aggregaten von Olivin, Antigorit, Magneteisen und Pyrit bestehen. In einzelnen Fällen beobachtet man auf diesen Gängen die parallele Verwachsung von Olivin mit Antigorit in charakteristischer Ausbildung, dem Olivin fehlt aber hier stets die Krystallform; die mikroskopischen Verhältnisse der hier beobachteten Gänge sind auf Fig. 3 der Taf. III dargestellt, man sieht auch in dieser Abbildung wieder aufs deutlichste die mit dem Olivin in regelmässiger Verwachsung befindlichen Antigorittafeln.

Das dritte Vorkommniss hierhergehöriger Gesteine, welche ich im Stubachthal genauer studirt habe, findet sich am Hackbrettl im obersten Schrabachthal oberhalb der Reichensberger Alm; es unterscheidet sich von den bisher betrachteten vor Allem durch sein geologisches Vorkommen, indem es im Kalkglimmerschiefer auftritt, und in Folge dessen rücken hier die Contactbildungen wieder in den Vordergrund des Interesses. Anderntheils ist auch seine petrographische Ausbildung eine abweichende, es liegt fast reiner Serpentin vor, in welchem von den ursprünglichen Mineralien selten mehr als Spuren vorhanden sind. Die Aufschlüsse sind hier besonders schön und instructiv. Der Serpentin bildet eine ziemlich flach nordöstlich einfallende Einlagerung im Kalkglimmerschiefer, welcher mit Chloritschiefer wechsellagert, und liegt gegen Norden und Nordosten, soweit er nicht durch die von oben abgestürzten Blöcke verdeckt wird, auf dieser Seite des Berges vollständig frei, während man von der andern Seite, von Süden her, die Anwesenheit des Serpentins nicht erkennen kann. Die Grenze desselben mit den ihn umgebenden, hochgradig veränderten Gesteinen verläuft ziemlich genau über die Höhe des Hackbrettl. Unter den Blöcken, welche nördlich und nordöstlich eine gewaltige Schutthalde um den Berg bilden, herrschen normale Serpentine, daneben finden sich verschiedenartig zusammengesetzte Gesteine, unter welchen vor Allem schwarze, grosskörnige Kalke mit meist untergeordneten Silicaten das Interesse in Anspruch nehmen. Dieselben entstammen der Contactzone zwischen Serpentin und Kalkglimmerschiefer und lassen sich auf dem Kamm überall anstehend beobachten. Besonders schön ist das Profil, welches sich an der Steilwand des vom Hackbrettl durch eine Runse getrennten „Schmiedinger“ ergibt, und

welches in beistehender Figur etwas schematisch dargestellt ist. Man sieht hier einen Aufschluss fast senkrecht zur Schichtung, die Hauptmasse bilden normale Kalkglimmerschiefer (im beistehenden Profil K) mit Einlagerungen von Chloritschiefer (Cl im Profil); unter den letztern treten zwei auf die Entfernung vom Chloritschiefer nicht zu unterscheidende Linsen (S) hervor, welche aber, wie die Untersuchung an Ort und Stelle lehrt, aus Serpentin bestehen, und umgeben sind von ähnlichen späthigen Kalken, wie sie am Kamm des Hackbrettl vorkommen, zu denen hier noch lichtgefärbte, silicatreichere Varietäten hinzutreten. An andern Stellen aber, ausser am directen Contact von Serpentin mit Kalkglimmerschiefer konnte ich diese, unzweifelhaften contactmetamorphischen Kalken ausserordentlich ähnlichen Mineralcombinationen nirgends auffinden. Erwähnenswerth ist hier noch das Auftreten von Bildungen, welche mit den Contactgesteinen manche Analogie aufweisen, im Serpentin selbst. Es finden sich am Nordabhang nicht ganz in halber Höhe des Berges etwa in der Form einer $^1/_2$—1 m mächtigen fast verticalen Kluftausfüllung Mineralaggregate, welche aus grobspäthigem Calcit, sowie aus Diopsid, Epidot, Granat etc. in körnigem Gemenge bestehen, wobei bald das eine, bald das andere Mineral vorherrscht.

Fig. 1.



Profil des Schmiedinger gegen das obere Schrabachthal. Maassstab ca. 1:12500.
K Kalkglimmerschiefer, Cl Chloritschiefer, S Serpentin.

Ziemlich selten finden sich ferner unter den Blöcken solche, an welchen der Serpentin in dichten, muschelig brechenden Granatfels von braunrother Farbe oder apfelgrünen Vesuvianfels von gleicher Structur überzugehen scheint, welche andere gleichfalls sehr dicht ausgebildete Silicate begleiten. Es treten dann gerne in den chalcedonähnlich aussehenden Silicataggregaten grosse Spaltflächen von dunklem Diallag hervor. Eine Deutung dieser Bildungen, welche sich an mehreren der im Folgenden zu besprechenden Vorkommnisse wiederholen, und welche für die Minerallagerstätten der centralalpinen Serpentine geradezu charakteristisch sind, möchte ich erst am Schlusse dieser Abhandlung versuchen.

Der Serpentin des Hackbrettl erscheint makroskopisch im Allgemeinen ziemlich normal; er ist vorherrschend massig ausgebildet, doch sind auch schalig abgesonderte und streifige Varietäten häufig; namentlich finden sich Partien, in welchen der normale dunkel- bis schwärzlich-grüne Serpentin von Schlieren von lichtgrüner Farbe durchzogen ist; diese letzteren bestehen zum Theil gleichfalls aus reinem, schuppigem Serpentin, zeigen aber meist im Dünnschliff Beimengungen eines farblosen Hornblendeminerals, wodurch sich Uebergänge in Nephrit herausbilden, und diese letzteren sind von besonderer Härte und Zähigkeit. Diese Hornblende bildet zum Theil wirrstrahlige Aggregate von ziemlicher Feinheit, welche mit dem Serpentin wie verflochten sind,

zum Theil tritt sie in grösseren Individuen auf, welche dann oft den Einfluss des Gebirgsdruckes erkennen lassen.

Weitaus vorherrschend ist in den Gesteinen vom Hackbrettl der echte Blätterserpentin mit oft ausgezeichnet ausgebildeter Gitterstructur (vgl. Tafel I Fig. 4), nur selten finden sich Partieen von Faserserpentin dazwischen, welche dann stets Maschenstructur aufweisen. Als Reste des ursprünglichen Bestandes sind trübe Partieen eines stark lichtbrechenden Minerals anzusehen, wie solche auch in den zersetzten Gesteinen vom Rettenkopf und von den Todtenköpfen vorhanden sind und dort als zum Olivin gehörig angesehen wurden; selten sind grössere, sicher erkennbare Individuen von Olivin, die auch hier wie durchschnitten erscheinen von den gesetzmässig eingelagerten Antigorittafeln. Dieselben sind recht frisch und weisen oft gegen die Hauptmasse des Serpentins auffallend deutliche Krystallform auf. Zu bemerken ist noch, dass in einzelnen der vollständig serpentinisirten Gesteine die leistenförmigen Durchschnitte von Antigorit auf weitere Erstreckung parallel liegen und einheitlich auslöschen.

Ferner finden sich in diesen Gesteinen: Pyrit oft in scharfen Krystallen, Magnetit in winzigen Körnern und in grösseren Anhäufungen, welche von Antigorittäfelchen durchschnitten werden; indess fehlen beide in den erwähnten lichtgrünen Varietäten vollständig. Auch rhomboëdrische Carbonate in unregelmässigen Körnern sind vorhanden, die häufigen Zwillingslamellen derselben sind gebogen und geknickt. Auch hier begegnen uns wieder die Adern, welche Olivin, Antigorit und Diopsid führen, häufig erstere zwei Mineralien in gesetzmässiger Verwachsung oder die beiden letzteren in parallelschuppiger Aggregirung enthaltend.

Die Contactgesteine sind sehr typisch ausgebildet, zumeist grobkörnige Kalke mit eingewachsenen Individuen von Silicaten. Die ursprüngliche Zusammensetzung des Kalkglimmerschiefers ist verhältnissmässig einfach, magnesiahaltiger Kalkspath, rundliche Quarzkörner, meist mit Anhäufungen von amorphem Kohlenstoff, grössere Individuen von Muscovit, sowie winzige sericitartige Schüppchen, welche namentlich in den Kalkspathindividuen in grossen Mengen eingeschlossen sind. Das Mengenverhältniss dieser Mineralien ist aber recht schwankend, dementsprechend finden sich unter den Contactbildungen auch verschiedene Varietäten, zum Theil grobkörnige Kalke, welche nur wenig Silicate enthalten, zum Theil reine Silicataggregate. Die Farbe ist je nach der Menge des Kohlenstoffs, welcher hier wohl als Schungit zu bezeichnen ist, licht bis vollständig schwarz. Manchmal wechseln Schichten von reinen Silicataggregaten mit solchen von späthigem, weissem, sowie von schwarzem Kalkspath, und es finden sich dann besonders auf den Grenzflächen zwischen denselben Anhäufungen von Schungit, welche beim Zerschlagen eine graphitartig glänzende Oberfläche darbieten. Dass es sich aber nicht um Graphit handeln kann, machen die chemischen Reactionen unzweifelhaft, indem die Substanz in starkem Gebläsefeuer unter Aufglühen verbrennt und mit HNO_3 und $KClO_3$ keine Graphitsäure gibt. Im Dünnschliff erkennt man neben Kalkspath und Schungit hauptsächlich drei

Silicate, von welchen das eine Chlorit[1]) ist, welcher in deutlich bestimmbaren Blättchen, zum Theil auch in radialschuppigen Aggregaten auftritt; er ist hier wie in allen folgenden Vorkommnissen vom Hackbrettl optisch sehr annähernd einaxig, positiv, deutlich pleochroitisch, c fast farblos, ⊥ c lichtgrün und zeigt normale Interferenzfarben. Das zweite Silicat findet sich meist in kleinen gerundeten Krystallen mit den Eigenschaften des Diopsid. Die Individuen desselben besitzen vollkommene Spaltbarkeit nach den beiden Pinakoiden und zeigen meist zahlreiche Zwillingslamellen. In grosser Menge finden sich Einschlüsse von unregelmässiger oder parallelepipetischer Form mit Libelle, die Lichtbrechungsverhältnisse weisen auf Flüssigkeitseinschlüsse. Einige der Vorkommnisse werden von diesem Mineral in etwas gröber krystallinischem Aggregat neben Schungit ausschliesslich gebildet; die Diopsidprismen sind dann häufig gebogen und zerbrochen und zeigen Kataklasstructur, wie dies die Figur 2 Tafel IV zeigt; die Zwischenräume zwischen denselben füllt der Schungit aus. Häufig sind in solchen Gesteinen Adern, welche gleichfalls aus Diopsid, aber ohne Schungit bestehen, ebenso wie Adern von Kalkspath. Das dritte Silicat endlich ist stets sehr schlecht ausgebildet. Seine Umrisse sind unregelmässig, häufig wie zerfetzt, an etwas deutlicheren Individuen erkennt man eine Andeutung prismatischer Ausbildung mit fast vollkommener Spaltbarkeit ∥ zur Längserstreckung und weniger deutlicher ⊥ dazu. Das Mineral ist optisch zweiaxig, positiv, mit einem scheinbaren Axenwinkel von etwa 50°, Axenebene ∥ zur vollkommenen Spaltbarkeit, die Lichtbrechung ist hoch, die Doppelbrechung sehr nieder, es handelt sich also wohl um Zoisit. Was die mikroskopischen Eigenschaften des Kalkspaths betrifft, so ist derselbe zum Theil erfüllt von Schungitfetzen, zum Theil zeigt er auch noch die sericitähnlichen Flimmer in grosser Menge. Er hat stets ungewöhnlich feine Zwillingslamellen, welche gebogen und geknickt sind, und diese häufen sich oft derart, dass das ganze Individuum faserig erscheint, da meist nur eine Fläche der Form $-\frac{1}{2}$ R als Zwillingsebene auftritt. In accessorischer Weise finden sich Titanit und Pyrit. Auf's engste schliessen sich hieran die Gesteine, welche im Serpentin selbst in der Form der Ausfüllung einer Kluft oder Spalte auftreten, sie sind in mineralogischer und structureller Beziehung zumeist mit den beschriebenen übereinstimmend, nur dass hier der Schungit fehlt und dagegen Granat dazukommt, welcher kleine unregelmässig begrenzte Individuen bildet. Im Allgemeinen tritt auch in diesen Bildungen der Kalkspath etwas mehr in den Hintergrund.

Von Interesse sind auch die dichten Granat- und Vesuvianfelse von eigentlich Hornstein-artiger Beschaffenheit, von welchen namentlich die ersteren einige bemerkenswerthe Eigenschaften zeigen. Schon in meiner früheren Arbeit (vgl. l. c. pag. 28) hatte ich Gelegenheit, auf ähnliche Bildungen in Begleitung der Serpentine hinzuweisen; dieselben erscheinen geradezu als Charakteristika der Minerallagerstätten der

---

1) Ich bezeichne im ganzen Verlauf dieser Arbeit die verschiedenen Glieder der Chloritgruppe kurzweg als Chlorit, um erst bei der spätern mineralogischen Bearbeitung dieser Vorkommnisse eine detaillirte Trennung derselben durchzuführen.



Serpentine, ebenso wie sonstiger Contactlagerstätten (Monzoni etc.) und zwar finden sich die verschiedensten Mineralien Granat, Vesuvian, Diopsid, Tremolit in dieser Form in Begleitung des Serpentins. Makroskopisch haben dieselben ein Hornstein- oder Chalcedon-artiges Aussehen, unterscheiden sich aber von derartigen Mineralien durch die grosse Zähigkeit und das hohe specifische Gewicht. Erst unter dem Mikroskop kann man einigermassen die mineralische Zusammensetzung derselben ergründen. Von derartigen Bildungen liegen vom Hackbrettl zwei Varietäten vor, das eine von stellenweise karneolähnlichem Aussehen besteht aus Partieen von vorherrschendem Granat, sowie solchen, in welchen Diopsid und Epidot, gleichfalls in dichtem Gemenge, überwiegen; es finden sich in demselben grosse Diallagkrystalle eingewachsen. Das andere hat Aussehen und Farbe von Nephrit und besteht unter dem Mikroskop vorherrschend aus einem kräftig lichtbrechenden, sehr schwach doppelbrechenden Mineral, an welchem im polarisirten Licht wiederum merkwürdige Interferenzfarben niederster Ordnung (dunkelpurpur etc.) zu beobachten sind, wahrscheinlich hat man es mit Vesuvian zu thun. Beiden Varietäten ist Diopsid in winzigen Körnern, Epidot, sowie Chlorit in kleinen Blättchen beigemengt, der erste ausgezeichnet durch eine grosse Menge farbloser Einschlüsse, von welchen einige deutlich krystallisirt erscheinen und die optischen Eigenschaften des Zirkons haben. Am interessantesten ist in diesen Vorkommnissen das Verhältniss des Granats zum Diallag, indem man die Umbildung des letzteren in ersteren in allen Stadien verfolgen kann. Diese Art der Umwandlung ist in Fig. 4 der Tafel III dargestellt, in welcher eine zerrissene Partie von Diallag in dichtem Granat vorhanden ist, welcher letztere auf Rissen in den Diallag eindringt. Allerdings ist das Resultat der Pseudomorphose kein reiner Granat, aber dieses Mineral herrscht bedeutend über die Beimengungen von Chlorit und Diopsid. Zunächst erscheinen in dem Diallag, welcher normale Eigenschaften, sowie die charakteristischen Interpositionen von braunen Stäbchen besitzt, parallel den Spaltrissen Ansiedelungen von Granatsubstanz ohne Andeutung von Krystallform, meist gemengt mit etwas Chlorit, wobei sich häufig Salbänder von Granat und eine Chloritausfüllung unterscheiden lassen; diese dehnen sich dann auf Quersprüngen und Adern aus und durchsetzen den Krystall in allen Richtungen. Bei weiterer Fortsetzung der Umwandlung liegen noch einzelne getrennte, aber zusammen auslöschende Fetzen von Diallag in der stets formlosen Granatmasse, bis auch diese der Umwandlung anheimfallen.

Mit der Beschreibung dieser drei Vorkommnisse dürfte wohl das Wichtigste über die Serpentine des Stubachthales gegeben sein, doch fand ich bei meinen Wanderungen in diesem Gebiet noch an mehreren Stellen Rollstücke von Serpentin, welche nach ihrem Fundort zu schliessen keiner dieser Lagerstätten angehören, ohne dass es mir indess gelang, dieselben anstehend zu beobachten. Ich erwähne nur, dass ich ein derartiges Stück in der Dorfer Oed auflas, und dass Aehnliches sich, nach freundlichen Mittheilungen des Herrn Professor Fugger in Salzburg, auch im Litzl-Stubach in der Nähe des Litzl-Sees findet.

B. Die Vorkommnisse der Umgebung von Prägraten.

Von den in meiner öfter erwähnten Arbeit über die Serpentine der Umgebung von Prägraten aufgeführten zahlreichen Vorkommnissen sollen hier nur drei eingehender besprochen werden und zwar die Serpentine von der Eichamwand im Tümmelbachthal, vom Islitz Fall in der Dorfer Alpe und von der Goslerwand zwischen Grossbach- und Kleinbachthal (auf der Specialkarte der österr.-ung. Monarchie 1 : 75000 als Seespitze bezeichnet), da an diesen eine Anzahl neuer und für die Auffassung der Gesteine wichtiger Beobachtungen gemacht werden konnte. Der Beschreibung der übrigen, meist weniger bedeutenden Vorkommnisse habe ich nichts Weiteres hinzuzufügen als die Bemerkung, dass in den Dünnschliffen der Serpentine nirgends Reste der ursprünglichen Mineralien zu erkennen sind, dass dieselben aber zum grössten Theil mit den Serpentinen des Stubachthals in ihrer Structur übereinstimmen, und ich daher mein Urtheil über die ursprünglichen Gesteine, aus denen die Serpentine sich herausgebildet haben, dahin abändern muss, dass diese nicht olivinarm oder gar -frei waren, sondern dass dieselben vielmehr Peridotite vom Typus des Stubachits darstellten. Eine definitive Sicherstellung dieser Ansicht kann ich natürlich nicht geben, wenn dieselbe nicht darin zu finden ist, dass da, wo ein Pyroxen dem Gestein beigemengt ist, dieser einestheils sehr viel weniger schnell zu Serpentin wird und fast immer in Resten erhalten bleibt, anderntheils aber in Vorkommnissen, in welchen die Umbildung von Pyroxen in Serpentin vollkommen ist, selten eine so wohlausgebildete, gesetzmässige Durchkreuzung der Lamellen nachgewiesen werden kann, wie dies bei der Serpentinisirung des in regelmässiger Weise mit Antigorit verwachsenen Olivins stets der Fall ist.

Was das geologische Vorkommen der drei Serpentine betrifft, welche uns beschäftigen sollen, so möchte ich hier nur wiederholen, dass dieselben in dem Schichtencomplex von Kalkglimmerschiefer und Chloritschiefer eingelagert sind, welcher auf der Südseite des Grossvenedigerstockes zu so mächtiger Entwicklung gelangt ist. Sie treten dort in den steil südsüdwestlich einfallenden Schichten in Form mächtiger Linsen zu Tage, welche sich nach beiden Seiten rasch auskeilen, und sie werden begleitet von einer bunten Reihe von Gesteinen, welche reich an Magnesia-, Kalk-, und Thonerdesilicaten sind, die in ihrer Structur und Ausbildung mit contactmetamorphischen Gesteinen aus anderen Gegenden die weitgehendste Aehnlichkeit besitzen, und zu welchen analoge Bildungen in der ganzen übrigen Schichtenreihe des Grossvenedigermassivs nicht aufgefunden werden können. Ferner lässt sich an diesen Gesteinen ein schichtenförmiger Wechsel in der Gesteinsbeschaffenheit sehr schön verfolgen, ganz entsprechend dem raschen Wechsel in der chemischen Zusammensetzung der Gesteine, aus welchen sie hervorgingen und mit welchen sie durch Uebergänge verbunden sind.

Von den ursprünglichen Mineralien dieser Serpentingesteine ist mit Ausnahme grossblättriger Diallagaggregate, welche in dem Serpentin der Eichamwand vorkommen,

sowie von ganz unbedeutenden Resten von Olivin und Diallag, welche man erst unter dem Mikroskop in diesen Vorkommnissen beobachtet, nichts weiter zu entdecken, doch weist sowohl die Ausbildung der vorhandenen Olivinreste als auch die Structur der Serpentine selbst darauf hin, dass die ursprünglichen Gesteine als „Stubachite" anzusehen sind, welche mit den Vorkommnissen der Riffl übereinstimmten. An allen diesen Serpentinen finden sich ferner neben der normalen massigen Ausbildung, schiefrige Varietäten, so namentlich gegen die Grenzzonen zu, sowie die verschiedenen als Antigorit und Pikrosmin etc. bezeichneten Aggregate; auch kommen überall Hornblendeasbest, Bergleder u. s. w. in grösserer oder geringerer Menge auf Klüften vor. Im Allgemeinen sind in den Serpentingesteinen selbst ausser den begleitenden opaken Erzen, welche stets stark magnetisch sind und Reactionen auf Eisen und Chrom geben, weitere secundäre Mineralien selten; doch finden sich hin und wieder Blättchen von Talk, Nadeln von Tremolit, Rhomboëder von Breunerit etc. Nur von der Eichamwand sind mir Stücke von Serpentin bekannt geworden, in welchen stellenweise Tremolit resp. Strahlstein in etwas grösserer Menge in wirren Aggregaten auftreten, welche dann einen schichtenartigen Wechsel mit reinem Serpentin zeigen.

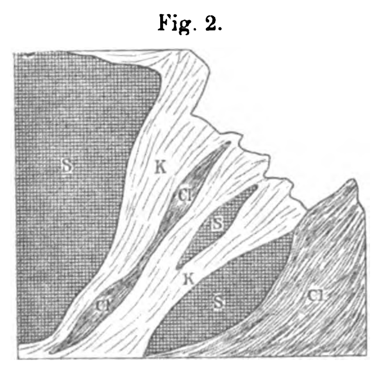
Vorkommnisse von neugebildeten Mineralien auf Gängen im Serpentin kenne ich von diesen Lokalitäten, mit Ausnahme des schon erwähnten Asbests, im Anstehenden nicht. Doch ist es wahrscheinlich, dass die früher beschriebenen dichten Vesuvianfelse der Eichamwand in dieser Weise vorkommen, wie aus der Analogie mit anderen ähnlichen Vorkommnissen zu schliessen ist.

Zwei der Serpentine gehören dem Grossvenedigerstock an; sie liegen etwa 3 km nördlich vom Klein-Iselthal, annähernd im selben Streichen, während das dritte südlich davon in dem Hauptkamm zwischen Klein-Isel- und Deffereggen-Thal auftritt und somit nicht mehr zum Grossvenedigerstock selbst zu rechnen ist.

Der Serpentin des zuerst zu besprechenden Vorkommnisses, derjenige der Eichamwand, steht, wie schon früher genauer beschrieben, am Nordwestabhang der vordern Eichamspitze (Spec.-Karte: Eichham) an und stürzt in mehreren Terrassen sehr steil gegen das Tümmelbachthal, auch Wallhornalpe genannt, ab. Der obere Contact gegen die Schiefer dürfte an diesem Vorkommniss äusserst schwer zugänglich sein, zumal der Serpentin in der Höhe grosse Neigung zeigt, zu einem schaligen Schutt zu verwittern, welcher durch häufig beigemengten Talk sehr glatt ist, und so die Wanderung über die steilen, massigen Serpentinfelsen, über welche er ausgestreut ist, äusserst gefährlich macht; dazu kommt noch, dass fortwährend Abstürze des bruchigen Gesteins erfolgen. Dagegen ist, allerdings nur an einer Stelle, der Contact gegen die darunterliegenden Kalkglimmerschiefer zugänglich und zwar fast an der äussersten Ecke gegen das Tümmelbachthal, wohin man in einer zweistündigen Wanderung etwa in halber Höhe der Felsen über den glatten Schutt, welcher dieselben bedeckt, gelangt. An sonstigen Stellen ist er entweder von Blöcken überschüttet oder steht in den unzugänglichen Wänden an. Dass aber auf der ganzen Erstreckung der Serpentin von eigenartig ausgebildeten Gesteinen begleitet wird, beweisen die zahlreichen Findlinge

derselben, welche unten in der Runse zwischen vorderer und hinterer Eichamspitze überall aufgelesen werden können. Der Contact ist an der obenerwähnten Stelle gut aufgeschlossen und bietet ein sehr charakteristisches Bild. Die dem Serpentin zunächst liegenden Gesteine sind grobkörnige Kalke, welche nur wenig Silicate enthalten, aber von zahlreichen Adern von Epidot durchzogen werden. Unter diesen lagert ein körniger Epidot-Diopsid-Vesuvianfels, welcher zum Theil auf Drusen Krystalle dieser Mineralien enthält, namentlich aber von massenhaften Adern und Gängen durchsetzt ist, welche aus chocoladebraunem Granat bestehen. Dieser ist, wie analytisch festgestellt wurde,[1]) ein Kalkgranat, welcher nur wenig Eisenoxydul enthält, und er bildet bald grobkörnige Aggregate, bald sitzt er in einzelnen wohlausgebildeten Krystallen auf den Klüften. Man kann ferner an diesem Vorkommniss ein eigenartiges Verhältniss in der Art des Auftretens des Serpentins selbst beobachten, welches sich an verschiedenen andern Punkten wiederholt. Es liegen nämlich neben der Hauptmasse des Serpentins (S im nebenstehenden Profil) und von diesem durch eine ganze Reihe der zum Theil contactmetamorphisch veränderten Schichten des Kalkglimmerschiefers (K) und Chloritschiefers (Cl) getrennt, einige bedeutend kleinere Serpentinmassen S, welche im Aufschluss einen flach linsenförmigen Durchschnitt liefern, wie es das beigegebene Profil zeigt. Unter diesen folgt Chloritschiefer, der gleichfalls etwas modificirt erscheint.

Fig. 2.



Profil an der Eichamwand.
Maassstab 1:3000.
K Kalkglimmerschiefer, Cl Chloritschiefer, S Serpentin.

Der Serpentin, welcher die schroffen Abstürze der Eichamwand bildet, ist im Kern der Masse ein hartes, compactes, dunkelgrünes Gestein von grosser Zähigkeit. Unter dem Mikroskop erkennt man die charakteristische Gitterstructur des Antigoritserpentins mit seltenen Resten von trübem Olivin. Manchmal findet man hier auch gefleckte Varietäten, und man erkennt im Dünnschliff in den lichten Partieen neben wenig Tremolit Körner von Olivin, welche aber nicht wie im gewöhnlichen Serpentin zu trüben Aggregaten zersetzt, sondern vielmehr durchsichtig geblieben sind. Dementsprechend fehlen in denselben auch die primären Tafeln von Antigorit vollständig und die Hauptmasse des Gesteins ist mit Maschenstructur versehener Chrysotilserpentin. (Vergl. Taf. II Fig. 4). Auch schichtenartiger Wechsel von helleren und dunkleren Lagen kommt hin und wieder vor. Die lichtgrünen Lagen bestehen zum Theil aus „edelm“ Serpentin, welcher sich von dem gewöhnlichen Antigoritserpentin im Mikroskop durch das Zurücktreten der Erze, sowie durch etwas

1) Vergl. für dieses Vorkommniss von Granat, sowie für die folgenden vom Islitz-Fall, von der Scharn und vom Rothenkopf die Analysen bei Schnerr, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Granatgruppe, Inaug.-Diss. München 1894.

gröber schuppige Structur auszeichnet, zum Theil haben sich hier wirre Aggregate eines Amphibolminerals ausgebildet, wodurch das Gestein nephritartig wird. Auf den in diesem Serpentin vorkommenden, grossblätterigen Diallag wurde schon früher hingewiesen, es mag hier noch bemerkt werden, dass sich auf den Sprüngen des Diallags mit Vorliebe Chlorit und nicht Serpentin bildet. Einige Proben hier gesammelter Gesteine sind dadurch interessant, weil in ihnen mit grosser Deutlichkeit zwischen den Pseudomorphosen nach Olivin und denen nach Diallag unterschieden werden kann. (Vergl. Tafel II Fig. 1.) Beide Mineralien sind gleich vollständig in Antigorit umgewandelt, aber während der aus Olivin entstandene Serpentin die Gitterstructur sehr schön zeigt und klar durchsichtig ist, erscheint der aus Diallag entstandene trüb, parallelschuppig und lässt die ursprüngliche Streifung des Diallags noch in grosser Deutlichkeit erkennen.

Neben massig ausgebildeten finden sich hier schiefrige und schalige Varietäten in Menge, namentlich treten diese Formen gegen den Contact zu auf. In den Klüften des Serpentins finden sich allenthalben Ausfüllungen von wirrfaserigem Hornblendeasbest, in welchem häufig Knauern von Dolomit, sowie wohlausgebildete Oktaëder von Magnetit gefunden werden. Meiner früheren Beschreibung der Contactgesteine brauche ich nicht viel hinzuzufügen; die Mineralien, welche dieselben zusammensetzen, sind: Calcit, Diopsid, Epidot, Vesuvian, Hornblende, Chlorit, Granat und ein natronreicher Plagioklas, sowie Magnetit und Titanit. Vor Allem möchte ich nochmals die ungewöhnlich kräftige Doppelbrechung des Granats betonen, welcher mit brauner, selten mit gelber Farbe im Dünnschliff erscheint. Im polarisirten Licht werden die Durchschnitte häufig in grosse, nicht ganz gleichmässig auslöschende Felder zerlegt, deren Anordnung auf eine Dodekaëderstructur (Klein) hinweist, wie auch die aufgewachsenen Krystalle stets dodekaëdrisch ausgebildet sind, während der Granat in dem Gestein selbst die Krystallform vermissen lässt. In Fig. 5 der Tafel IV ist ein Granatkrystall von diesem Vorkommniss im polarisirten Licht dargestellt. In den dem Contact an der oben besprochenen Stelle zunächst geschlagenen Gesteinen herrscht Calcit vor, welcher wie gewöhnlich in körnigen Aggregraten mit geknickten und gebogenen Zwillingslamellen auftritt; mit demselben zusammen finden sich schlecht ausgebildete Prismen von Epidot und Hornblendenädelchen, in andern Stücken treten Diopsid, Chlorit und Titanit hinzu. Etwas weiter vom Contact entfernt herrschen die Silicate über den Calcit, und zwar sind es bald körnige, compacte Epidotfelse, bald mehr cavernöse Gesteine, in welchen Diopsid, Granat und Chlorit überwiegen. An einzelnen Handstücken kann man noch die Wechsellagerung eines ursprünglichen Kalkglimmerschiefers mit Chloritschiefer beobachten. In ersterem finden sich in körnigem Kalk vorherrschend Granat, Diopsid und Vesuvian, während die Grundmasse des letztern von einem Plagioklas (positiv mit schwacher Lichtbrechung, also wahrscheinlich Albit) gebildet wird, in welcher strahlige Aggregate von Hornblende, sodann Epidot, Chlorit, Diopsid und Vesuvian sich finden; in beiden tritt auch Titanit auf. Wie schon oben bemerkt durchsetzen diese Gesteine zahlreiche Adern von Silicaten und

Kalkspath, und es ist an derartigen Stücken interessant, wie oft aus granatreichen Schichten Adern mit demselben Granat in das im Uebrigen granatfreie Nebengestein ausstrahlen, und auf diesen Adern finden sich vor Allem wohlkrystallisirte Mineralien. Ueber die gleichfalls schon früher besprochenen dichten Vesuvianfelse, welche mit denen des Hackbrettl die grösste Aehnlichkeit haben, möchte ich noch ein paar ergänzende Bemerkungen machen, obwohl es mir auch jetzt nicht gelungen ist, das Vorkommen anstehend zu beobachten. Die Gesteine sind von apfelgrüner Farbe und sehr dicht; unter dem Mikroskop erkennt man, dass sie an den reinsten Stellen nur aus körnigem Vesuvian bestehen; an anderen mischt sich Diopsid dazu, und man sieht ausserdem nicht selten, wie grössere Krystalle von Diallag, welche in dem Aggregat liegen, von Adern des letztern durchschwärmt und allmählich von dem Gemenge von Diopsid und Vesuvian verdrängt werden, ganz analog wie dies bei dem Granatfels des Hackbrettl durch Granat der Fall ist. Manchmal treten Vesuvian und Diopsid zurück und an Stelle derselben ein sehr dichtes Glimmeraggregat, in welchem dann wohlbegrenzte Rhomboëder von Dolomit, sowie schlecht ausgebildete Epidotprismen liegen.

Das zweite hiehergehörige Vorkommniss findet sich etwa im gleichen geologischen Horizont im nächsten westlichen Parallelthal, der Dorfer Alpe, wo es vom Wasserfall der Islitz durchbrochen wird. Das Vorkommen vom Islitz-Fall wurde gleichfalls schon ausführlich beschrieben, wobei allerdings in der Hauptsache nur die verhältnissmässig geringere Partie am rechten Bachufer berücksichtigt wurde, während die Aufschlüsse der Contactverhältnisse am linken Ufer bei meinen früheren Besuchen durch eine mächtige Lawine verdeckt waren. Inzwischen habe ich auch diese eingehender untersucht und daselbst ganz analoge Bildungen gefunden. Am rechten Ufer bildet der Serpentin einen schroff aufragenden Felsriegel, welcher im Hangenden die ausführlicher beschriebenen Kalksilicathornfelse aufweist. Die umgewandelte Zone hat hier eine Mächtigkeit von etwa 60 m., was im Verhältniss zu den sonst viel weniger ausgedehnten Contactzonen darauf schliessen lässt, dass der Serpentin unter dieselbe einschneidet. Auf dem linken Ufer nimmt der Serpentin eine viel bedeutendere Mächtigkeit ein und steigt auch in mehrern Terrassen zu grösserer Höhe empor, überall im Liegenden von analogen Hornfelsbildungen begleitet, während solche im Hangenden hier nur in sehr schlechter Ausbildung vorhanden sind. Von den Serpentinen, welche im Allgemeinen massige Antigoritserpentine ganz normaler Ausbildung ohne irgend einen Rest der ursprünglichen Mineralien sind und nur gegen den Contact zu schalig werden, möchte ich ein Handstück erwähnen, weil in diesem wieder das Verhältniss von Diallag und Olivin im umgewandelten Gestein deutlich erscheint. Es finden sich in einer mit normaler Gitterstructur versehenen Antigoritmasse regelmässig umgrenzte Aggregate von parallelem Antigorit, welche die Streifung des Diallags erkennen lassen, wie aus Fig. 2 Tafel II zu ersehen ist.

Die Contactgesteine, welche hier eine sehr bedeutende Entwicklung zeigen, bestehen im Wesentlichen aus rothem Kalkgranat, Diopsid, Epidot, Strahlstein, Chlorit, Calcit, Plagioklas, Magnetit, Pyrit, Titanit und sehr wenig Vesuvian, zu welchen noch

das in den Vorkommnissen vom Hackbrettl als Zoisit gedeutete Mineral kommt. Diese Mineralien treten in allen möglichen Mengenverhältnissen zusammen, wodurch sich die Reihen vielgestaltiger Gesteine entwickeln, welche namentlich am rechten Ufer des Baches gesammelt werden können; am linken ist der Wechsel in der Zusammensetzung bedeutend geringer. Am rechten Ufer herrschen die Silicate, Calcit ist untergeordnet und die Silicate zeigen gegen diesen häufig deutliche Krystallform; am linken ist die Hauptmasse der Gesteine körniger Kalk mit Silicaten, an welchen fast nie Krystallform zu beobachten ist. Die ursprüngliche Schichtung ist in den compacten Hornfelsen der westlichen Seite ebenso erhalten wie in den bruchigen Gesteinen der östlichen, und man unterscheidet noch im Handstück Lagen mit vorherrschendem Granat, resp. Epidot deutlich, während die Schieferung allenthalben verloren gegangen ist. Man kann auch hier einen gewissen Unterschied feststellen zwischen den aus Kalkglimmerschiefern hervorgegangenen Kalksilicathornfelsen der vorherrschenden Combination: Calcit, Granat, Vesuvian, Diopsid und solchen Gesteinen, welche durch Umwandlung von Chloritschiefer entstanden sind und in der Hauptsache aus grüner Hornblende, Chlorit, Plagioklas und Epidot bestehen. Ueber die einzelnen Mineralien ist nicht viel Neues zu sagen. Besonderes Interesse beansprucht nur der Granat, welcher hier gleichfalls doppelbrechend ist, aber im polarisirten Licht meist nicht so einheitliche Felder wie die von der Eichamwand erkennen lässt, sondern aus complicirten Lamellensystemen aufgebaut erscheint. Zu bemerken ist, dass der Granat diesen gesetzmässigen Aufbau auch da sehr deutlich zeigt, wo ihm die Krystallform vollständig mangelt.

Die neu aufgefundenen Contactgesteine, welche den Serpentin am östlichen Ufer des Islitz-Fall in seiner ganzen Erstreckung im Liegenden begleiten, sind zum Theil umgewandelte Kalkglimmerschiefer, zum Theil umgewandelte Chloritschiefer. Erstere liegen uns in der Form grobkörniger Kalke mit beigemengten Silicaten vor; unter dem Mikroskop erkennt man, dass der Kalkspath zahlreiche Spuren von Kataklase zeigt und in grosser Menge die öfter erwähnten Sericit-artigen Flitter umschliesst. Man sieht in Fig. 3 der Taf. IV ein derartiges Kalkspathindividuum mit verbogenen Zwillingslamellen. Die Silicate, vor allen Granat, Zoisit und Diopsid, dann etwas Epidot und seltener Vesuvian, sind stets ohne Krystallform in länglichen oder unregelmässigen Körnern ausgebildet, am unregelmässigsten der Granat, sowie das schon erwähnte Zoisit-artige Silicat. Ausserdem findet sich Chlorit in ziemlich grossen Blättchen. In der zweiten Gruppe der Contactgesteine fehlt der Kalkspath fast vollständig, ebenso der Granat, während dagegen Hornblende und Epidot oft in wohlbegrenzten Krystallen massenhaft in eine ziemlich grobkrystalline Plagioklasausfüllungsmasse eingebettet liegen.

Mit der Entfernung vom Contact gehen diese Gesteine verhältnissmässig rasch in die normalen ursprünglichen über und die Zone der umgewandelten Gesteine ist selten mächtiger als 10 m. Indessen sind hier die Uebergänge wohl entwickelt, so dass man die Wirkungen des Metamorphismus in allmählicher Abnahme verfolgen kann.

Ueber das dritte bedeutende Serpentinvorkommen aus der Umgebung von Prä-

graten, dasjenige der Goslerwand, südlich vom Klein-Iselthal, liegen gleichfalls eine ganze Anzahl neuer Beobachtungen vor, und es stellte sich bei den vielfachen Begehungen dieses massigen Felskopfes heraus, dass derselbe eine reichhaltige Fundstelle der verschiedensten Mineralien ist, wie sie in den östlichen Centralalpen schöner vielleicht nur noch an dem Serpentin der Burgumer Alpe im Pfitscher Thal geboten wird. Die Contactbildungen, welche an dem Serpentin der Goslerwand auftreten, sind hauptsächlich auf der Nordost-, Nord- und Nordwestseite entwickelt, an der Südseite wurden zwar auch einzelne derartige Stellen beobachtet, aber nicht in der weiten Verbreitung. der Reichhaltigkeit an Mineralien, sowie der Variabilität der Combinationen, wie dies auf der nördlichen der Fall war. Die Contactzone begleitet das ganze Serpentinvorkommen von einem auskeilenden Ende, welches, wie früher beschrieben, im Kleinbach aufgeschlossen ist, bis zum andern auf der Bachlenke. Es ist allerdings nicht leicht möglich, die Grenzzone in einer Wanderung zu verfolgen, da dieselbe namentlich auf der Nordseite in den schroffen Wänden ansteht, sondern es ist vielmehr ein vielfaches Hinauf- und Heruntersteigen nothwendig, um zu einzelnen zugänglichen Punkten zu gelangen, eine mühselige Arbeit, da es sich fast jedesmal um Höhenunterschiede von 400—500 m handelt. Die zahlreichen, so wechselnd zusammengesetzten Mineralcombinationen aus den Schutthalden der Goslerwand, welche in meiner früheren Arbeit beschrieben wurden, und deren Bedeutung als Contactbildungen ich damals wahrscheinlich zu machen suchte, wurden fast alle oben in der Contactzone zwischen Serpentin und Schiefer beobachtet, und es konnten dort ausserdem noch einige besonders interessante Neubildungen dazu gesammelt werden. Der Serpentin, welcher die Goslerwand bildet, hat einen massigen Habitus, im Allgemeinen ohne Andeutung einer Parallelstructur; er stürzt in wild zerklüfteten Wänden gegen die Schiefer ab, aus welchen er sich wie eine Mauer emporhebt, und schon auf weite Entfernung erkennt man den Unterschied zwischen den prallen Felswänden des Serpentins mit den riesigen Blockmassen, welche sie am Fusse aufgeschüttet haben und den mehr weichen Formen, welche die umgebenden Schiefergesteine charakterisiren. Das Gestein ist von dunkelgrüner Farbe, seltener auch mit lichtgrünen Flecken versehen und besitzt eine bedeutende Zähigkeit. Auf den zahlreichen Klüften finden sich Ausfüllungen von Hornblendeasbest, welcher zum Theil technisch gewonnen wird, mit grossen Krystallen von Sphen, sowie Aggregaten von Dolomit, welcher oft durch parallel eingewachsene Nadeln des farblosen Hornblendeminerals stengelig bis faserig wird; endlich finden sich hier auch Oktaëder von Magneteisen. Von der Anwesenheit kupferhaltiger Mineralien zeugen dünne grüne und blaue Ueberzüge auf den Klüften. Auch hier kann man die Beobachtung machen, dass eine kleinere Serpentinpartie von der Hauptmasse durch contactmetamorphische Schichten abgetrennt ist. Diese kleinere Partie, welche an der Passhöhe zwischen Grossbach- und Kleinbachthal ansteht, hat gleichfalls linsenförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von etwa 30 m; sie zeigt am Contact in Menge Asbest und Talk und wird von Epidot- und Epidotdiopsidfels überlagert. Eine mächtige zerklüftete Masse von edlem, grünlichgelbem Serpentin

setzt, wie schon früher berichtet, durch den normalen Serpentin hindurch. Unter dem Mikroskop erkennt man in dem letzteren das charakteristische Bild eines Antigoritserpentins, in welchem die Gitterstructur oft in besonderer Deutlichkeit ausgebildet ist; man kann dabei fast überall zwischen den grossen, regelmässig angeordneten Tafeln und einer feinschuppigen Ausfüllungsmasse unterscheiden. (Vergl. Tafel I Fig. 5.) Accessorisch findet sich oft Talk, sowie Nadeln von Tremolit, welcher namentlich in dem sehr feinschuppigen edlen Serpentin vorhanden ist; ein chromhaltiger Magnetit ist in wechselnder Menge in allen Proben enthalten. Ueber Reste von diallagartigem Augit in diesen Gesteinen wurde schon früher berichtet; ich möchte dazu nur bemerken, dass in der früheren Beschreibung von einem bastitartigen Mineral mit schiefer Auslöschung die Rede ist, welches bei der Umwandlung des Diallags entsteht; dies ist unrichtig, und die Täuschung wurde dadurch hervorgebracht, dass die Diallagkrystalle in dem veränderten Zustand, in welchem sie vorliegen, zum Theil so mit Antigoritschuppen erfüllt sind, dass sie trübe werden und ihre Doppelbrechung gering erscheint, anhaltendes Kochen eines derartigen Schliffes mit Salzsäure entfernte den Antigorit und liess Reste von frischem Diallag zurück. In Verbindung mit dem Serpentin tritt auch ein mehr oder weniger dichter Chloritfels[1]) auf, in welchem makroskopisch Krystalle von Magnetit erkennbar sind; im Dünnschliff findet man ausserdem noch dünne, metallglänzende schwarze Tafeln, vermuthlich von Titaneisen.[2])

---

1) Ich bezeichne diese Bildungen als Chloritfelse, um dadurch eine Unterscheidung dieser Gesteine, welche stets dem Serpentingebiet angehören, gegenüber dem Chloritschiefer in allen Fällen sicher zu stellen. Diese Vorkommnisse, welche in ihrer mineralischen Zusammensetzung sehr constant sind, bestehen aus weitvorherrschendem Chlorit, neben welchem die übrigen Bestandtheile rein accessorisch auftreten, so Magnetit und Sphen in grossen Krystallen, kleine Tafeln von Titaneisen, Apatit, sowie seltener Epidot, Strahlstein, Breunerit und Turmalin. Diese Gesteine unterscheiden sich ausser durch ihr Vorkommen somit auch durch den mineralischen Bestand und durch die meist richtungslose Structur von denjenigen Vorkommnissen, welche als schichtbildend im Bereich der krystallinischen Schiefer auftreten, und dürfen mit letztern nicht identificirt werden, wie dies überall in der Literatur geschieht. So sind z. B. die von Tschermak (Vgl. G. Tschermak, Die Chloritgruppe. Sitzungsber. Akad. Wien 1890, **99**, (1) 174, und 1891, **100**, (1) 29) aufgeführten Klinochlorschiefer fast ausschliesslich hieher gehörige Gesteine. (Ebenso F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie III. Bd. 1894, 320.) Es fehlt bei den als Chloritfels zu bezeichnenden Gesteinen stets der Uebergang in solche, welche Quarz und Feldspath führen, vollständig, ebenso wie dieselben niemals schichtbildend auftreten, sondern nur als Contactfacies des Serpentins oder in gang- und putzenförmigen Bildungen im Gebiet des Serpentins zu beobachten sind. Diese Chloritfelse sind auch die Träger einer grossen Anzahl krystallisirter Mineralien, die aber durchaus abweichend sind von denjenigen, welche auf Drusenräumen gewisser Chloritschiefer sich finden; die in jenen auftretenden Bildungen, welche stets die Auskleidung von Klüften und Adern bilden, zeigen die Paragenesis der Kalksilicathornfelse, von welcher die Mineralien der Drusen in den eigentlichen Chloritschiefern, Quarz, Feldspäthe, Titanit, Rutil, Kalkspath, Epidot vollständig verschieden sind.

2) Vergleiche auch A. Cathrein, Verwachsung von Ilmenit und Magnetit. Zeitschr. f. Krystallogr. **12**, 40.



Grösseres Interesse beanspruchen hier die Contactbildungen, welche in der mannigfachsten Ausbildung vorliegen. Die Aufschlüsse sind zum Theil sehr schön zu übersehen, so an dem in meiner frühern Arbeit besprochenen östlichen Ende des Serpentins im Kleinbachthal, ebenso in der Nähe des westlichen auf der Bachlenke, die beiden Punkte sind gut zugänglich; weniger leicht gelangt man zu den anstehenden Contactbildungen oberhalb der Passhöhe zwischen Grossbach- und Kleinbachthal und endlich zu einem ebenfalls guten Aufschluss in den Wänden über dem Grossbachthal. Aber auch noch an anderen Punkten in diesen Wänden finden sich anstehend die schönsten Contactgesteine, deren Zusammenhang mit dem Serpentin jedoch, wegen der geringen Bewegungsfreiheit, welche man in diesen schroffen Felsen besitzt, an Ort und Stelle sich nicht direct übersehen lässt. Der früher beschriebene Punkt im obern Kleinbachthal, wo der Serpentincontact durch einen kleinen Wasserfall aufgeschlossen ist, zeigt im Liegenden besonders schön eigenartige Garbenschiefer von lichtgelber Farbe mit grossen, grünen, garbenförmigen Hornblendeaggregaten auf den Schichtflächen; die Grundmasse des Gesteins besteht aus wohlausgebildeten Krystallen von Epidot und aus Plagioklas. Das Verhältniss dieser beiden Mineralien zeigt Fig. 4 auf Tafel IV. Darunter folgen Talkschiefer mit Chloritaggregaten, dann Tremolit führende Kalkschiefer und unter diesen normale Kalkglimmerschiefer. Im Hangenden des nur wenige Meter mächtigen Serpentins, welcher theilweise schalig und von Kalkspathadern durchzogen ist, fand ich inzwischen gleichfalls ähnliche Gesteine, nicht in der schönen Ausbildung wie die darunterliegenden Garbenschiefer, aber doch noch wohl charakterisirt gegenüber dem unveränderten Kalkglimmerschiefer; mineralogisch sind sie den anderen ähnlich, lassen aber den allmählichen Uebergang zum ursprünglichen Gestein, welcher in einer Entfernung von etwa 6 m erfolgt ist, deutlich erkennen. Auch die Contactzone oben auf der Passhöbe wurde schon beschrieben; doch beziehen sich die damaligen Beobachtungen nur auf die veränderten Schichten, welche die kleinere Serpentinpartie unterlagern. Zwischen dieser und der Hauptmasse der Goslerwand stehen gleichfalls ähnliche Gesteine an, welche aus Epidot und Diopsid mit etwas Strahlstein und wenig Plagioklas zusammengesetzt sind, und auf deren Klüften sich schön ausgebildete Krystalle von schwarzem Diopsid finden. Vom Serpentin werden dieselben durch eine schmale Schicht Asbest getrennt und der erstere ist am Contact theils als stengliger Antigorit theils schiefrig ausgebildet.

An einer weitern Stelle in den Wänden etwas westlich von dem Pass ist gleichfalls ein Aufschluss zugänglich; es finden sich aber dort ganz eigenartige Gesteine, welche weder mit den sonstigen Hornfelsen noch mit den unveränderten Schiefern der Umgegend übereinstimmen; ich möchte sie daher auch nicht mit Sicherheit den einfachen Contactbildungen zuzählen. Die Grenze des Serpentins wird auch hier durch schiefrige Varietäten und durch parallelfaserigen Antigorit gebildet, auf welchen ein etwa 10 cm breites Band von Hornblendeasbest folgt. Unter diesem liegt $^1/_2$—1 m mächtig ein normaler Epidothornfels, welchem die eigenartigen Bildungen folgen. Zunächst findet sich eine schmale Schicht von vollständig normalem Kalkglimmerschiefer,

bestehend aus Kalkspath, Quarz und lichtem Glimmer, darunter ein sehr feinkörniges Gestein, welches man am besten als Chloritgneiss bezeichnet. Die nächste, gleichfalls wenig mächtige Schicht wird gebildet von einem gneissartigen Gestein mit sehr feinkörniger Grundmasse, in welcher grosse Krystalle von Magnetit, lange Prismen von blaugrüner Hornblende, sowie Putzen von garbenähnlich ausgefranzten Biotitblättchen liegen. Es folgt nun endlich ein Gestein, welches makroskopisch mit einem Knotenglimmerschiefer übereinstimmt. Unter dem Mikroskop zeigt sich dieselbe feinkörnige Grundmasse mit viel sericitischem Glimmer, Chlorit und kleinen Magnetitoktaëdern. Die Knoten werden gebildet von ziemlich grossen gedrungenen Prismen einer tiefgefärbten, blaugrünen Hornblende mit dunkelem Saum. Weiter ist auch hier der Aufschluss nicht zu verfolgen.

Besonders schöne und für die Contactverhältnisse charakteristische Stücke sammelte ich unten in nächster Nähe der Bachlenke, nicht allzuweit von dem westlichen Ende des Serpentinstockes. Dort findet sich fest mit einem serpentinähnlichen Gestein verwachsen, welches mit Sicherheit als geologisch einheitlich mit der Serpentinmasse bezeichnet werden kann, ein zum Theil dichter, zum Theil cavernöser Grossularhornfels, welcher das Hangende des Serpentins bildet. Dort lassen sich auch mit Leichtigkeit Handstücke gewinnen, welche beide Gesteine gleichzeitig zeigen. Die mikroskopische Untersuchung der hier gesammelten Gesteine ergibt, dass die Contactzone des Serpentins hier nicht wie gewöhnlich faseriger Antigorit und Tremolit ist, sondern ein dichter, radialfaseriger Chloritfels,[1] wie er auch anderwärts in denselben Lagerungsverhältnissen zu beobachten ist. In diesem finden sich trübe, körnige Aggregate von kräftig licht- und doppelbrechenden Körnern, welche aber nicht bestimmt werden konnten, sowie kleine Dolomitrhomboëder und Kryställchen von Sphen. Gegen den Contact zu treten in der Chloritmasse eigenthümlich löcherige, verhältnissmässig grosse Epidotindividuen von zonarem Bau auf, welche sich ziemlich tief in den Chloritfels hinein verästeln, wie dies aus Fig. 3 auf Tafel II ersichtlich ist. Nun folgt scharf abgegrenzt der eigentliche Hornfels, bestehend aus körnigem Grossular mit kräftiger Doppelbrechung nebst etwas Diopsid und Kalkspath, gegen welch letzteren der Grossular stets deutliche Krystallform zeigt; eine weitere Zone besteht aus dichtem Epidotdiopsidfels, welchem ein gröber körniges Aggregat von Epidot, Diopsid und Granat folgt. Das Ganze ist von vielen Adern durchsetzt, auf welchen sich dieselben Mineralien zum Theil in körnigen Aggregaten, zum Theil in schönen Krystallen finden, ausserdem treten auf diesen Klüften noch Krystalle von Albit und von braunem Granat auf. Es durchsetzen diese Adern sowohl den Hornfels als den Chloritfels, ebenso wie Schnüre des letztern in erstern abzweigen. Hin und wieder beobachtet man auch kleine, eckige Fragmente von der Beschaffenheit der Hornfelse in dem Chloritfels eingebettet.

1) Auch das in meiner oft citirten Arbeit p. 31 besprochene Gestein vom Sulzeck, in welchem radialfaseriger Serpentin angegeben ist, besteht nach dem optischen und chemischen Verhalten der kleinen Schuppen aus Chlorit und bildet das genaue Analogon zu dem hier behandelten.

Die meisten übrigen Vorkommnisse von Hornfels, welche früher nur in Findlingen bekannt waren, wurden inzwischen gleichfalls im Anstehenden geschlagen, so finden sich die splittrigen Epidot-Diopsidfelse an verschiedenen Stellen in den Wänden über dem Grossbachthal, wie überhaupt die Mineralcombination Epidot-Diopsid in den verschiedensten Formen für die Contactbildungen der Goslerwand besonders bezeichnend ist; zu diesen tritt häufig strahlsteinartige Hornblende, etwas Chlorit und verhältnissmässig selten Granat. Von den einzelnen Mineralien finden sich verschieden gefärbte Varietäten, der Epidot ist im Allgemeinen im Dünnschliff orange- bis lichtgelb, seltener farblos, makroskopisch von dunklerem oder lichterem Pistaziengrün, der Diopsid erscheint im Mikroskop meist farblos, weniger häufig tiefgrün gefärbt, entsprechend erscheinen die Krystalle makroskopisch grün bis schwarzgrün. Granat findet sich hyacinthroth, braun, grünlich, lichtrosa und farblos. Einer besonderen Besprechung werth scheint mir von diesen verschieden aussehenden Mineralcombinationen vor Allem noch eine, welche unweit der Stelle in den Wänden über dem Grossbachthal ansteht, an welcher die oben beschriebenen Gneiss-ähnlichen Gesteine gesammelt wurden, und zwar einestheils wegen der Schönheit der dort auftretenden krystallisirten Mineralien, einem lichtrothen Thulit und einem farblosen Diopsid, als wegen der interessanten Verhältnisse ihrer mikroskopischen Structur; man findet diese Bildungen in nächster Nähe des Serpentins, bis zu welchem aber der Aufschluss nicht verfolgt werden konnte. Sie bestehen aus demselben Thulit und Diopsid gemengt mit Mikroklin, und zwar zeigen die ersteren gegen den Mikroklin zu gewöhnlich äusserst vollkommene Krystallform; wo der Mikroklin herausgeätzt ist, bilden sich daher die schönsten Krystalldrusen der schwerer angreifbaren Silicate aus. Unter dem Mikroskop erscheint der Thulit farblos; die Durchschnitte dieses stets vollkommen frischen Minerals, welches schon makroskopisch Zwillingsbildungen erkennen lässt, zeigen im polarisirten Licht einen äusserst complicirten Aufbau und Interferenzfarben, welche die öfter erwähnten eigenartig blauen und olivengrünen Farbentöne niederster Ordnung geben. Die Durchschnitte erscheinen zum Theil aus regelmässigen Lamellen verschieden stark doppelbrechender Thulitsubstanz zusammengesetzt, theils ist die Verwachsung mehr fleckig, und es entsteht so ein eigenartiges, kaum zu entwirrendes Bild der Structur des Minerals. In sehr vielen Fällen zeigen fleckige oder lamellare Partieen keine Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols, sondern nur einen Wechsel zwischen blauen und olivengrünen Interferenzfarben, dazu ist die Orientirung der Axenebene nicht constant und auch der Charakter der Doppelbrechung ist bald positiv, bald negativ. Eine genauere Einsicht in den Aufbau dieses Minerals dürfte die in der Folge vorzunehmende mineralogische Untersuchung des Materials ergeben. Das zweite Silicat, welches an der Zusammensetzung dieser Hornfelse theilnimmt, ist ein normaler farbloser Diopsid, an welchem nur die fast stets vorhandene Kataklasstructur, welche sich in Zerbrechungen und undulöser Auslöschung der Krystalle äussert, erwähnenswerth ist. Der Mikroklin endlich füllt die Lücken zwischen den beiden genannten Silicaten aus und erscheint auch in grösseren Partieen im Gestein, er ist zum Theil wie bestäubt von winzigen Einschlüssen

und lässt manchmal sehr deutliche Spaltbarkeit erkennen. Die optischen Verhältnisse sind meist ziemlich complicirt, und nur selten tritt regelmässige Gitterstructur hervor; im Allgemeinen erinnert die Erscheinung dieses Minerals zwischen gekreuzten Nicols an diejenige des Kryptoperthit; die chemische Analyse ergibt jedoch, dass ein sehr kalk- und natronarmer Kalifeldspath vorliegt.

C. Das Vorkommen im Hollersbachthal.

Während auf der Südseite des Gross-Venedigermassivs die Vorkommnisse von Serpentin so zahlreich sind, finden sich auf der Nordseite nur einige wenige. Anstehend habe ich nur 2 beobachtet, wenn man von den Bildungen im Velber Thal absieht, welche wahrscheinlich nicht hieher gehören; das erste an der Schwarzen Wand in der Scharn, dem untersten linken Seitenthal des Hollersbachthales, das andere im Legbachthal, einem Seitenthal des Habachthales, welches zu dem bekannten Smaragdvorkommen hinaufführt. Die Verhältnisse des letztern konnte ich nicht völlig genügend studiren, da bei meinem früheren Besuch ein heftiger Steinschlag eine eingehendere Erforschung der Lagerungsverhältnisse unmöglich machte und jetzt wegen Wiederaufnahme des Smaragdbergbaues der Zugang zum Thal überhaupt gesperrt ist. Der Serpentin im Legbachthal ist normaler Antigoritserpentin, auf dessen Klüften kleine, flächenreiche Krystalle von Dolomit vorkommen; sonst bietet derselbe nichts Bemerkenswerthes. Ich will gleich erwähnen, dass vermuthlich im gleichen Niveau auf der andern Seite des Habachthals ebenfalls Serpentin vorhanden ist, da, einer freundlichen Mittheilung des Herrn Professor Kastner in Salzburg zufolge, dort Rollstücke von Serpentin an den Abhängen gefunden wurden, anstehend wurde derselbe nicht beobachtet. Ich möchte hier betonen, dass mir Serpentin auch auf der Nordseite des Venedigerstockes nur als durchaus selbstständiges Gestein bekannt geworden ist, und dass ich Uebergänge und Mischungen mit den grünen Schiefern, welche Peters[1]) in seinem Aufnahmebericht erwähnt, weder von hier noch von einem anderen Punkte des ganzen Gebietes kenne.

Von bedeutend grösserem Interesse ist das Serpentinvorkommen an der Schwarzen Wand in der Scharn, welches eine ziemliche Mächtigkeit besitzt und seit Langem als Fundort vieler schön krystallisirter Mineralien bekannt ist. Der Serpentin findet sich hier eingelagert in die Schichten der „Grünschiefer“, deren genauere Charakterisirung den Gegenstand einer der folgenden Abhandlungen in diesen „Beiträgen zur Petrographie etc.“ bilden wird, und welche im Hollersbachthal zu ganz besonders bedeutender Entwicklung gelangt sind. Was die Contactverhältnisse betrifft, so sind die Aufschlüsse

1) K. Peters, Die geologischen Verhältnisse des Oberpinzgaues, insbesondere der Centralalpen. Jahrb. K. K. geol. Reichsanst. 1854. 775 u. 776.

derselben sehr spärlich und schlecht, da das Vorkommen von mächtigen Blockmassen umgeben ist, welche die Grenze gegen die Nebengesteine verdecken. An einer einzigen Stelle fand ich im Anstehenden dem Serpentin benachbarte Schiefer, von welchen der eine einen Talkschiefer darstellt, während über diesem ein grobschuppiger Chloritschiefer mit Hornblendenadeln sich fand, welcher in seinem Habitus von den normalen „Grünschiefern", die im Allgemeinen sehr dichte, grüne Gesteine darstellen, abweicht. Des Weitern fand sich daselbst ein dunkles phyllitartiges Gestein, welches im Dünnschliff sehr feinkörnig erscheint. Man erkennt eine farblose, körnige Grundmasse mit vielen kleinen Biotitblättchen und Flecken von Graphitoid. Aus dieser treten wohlausgebildete Granatkryställchen hervor mit zonar angeordneten Einschlüssen. Mehr als diese an dem Contact beobachteten Vorkommnisse bieten die verschiedenartigen Mineralcombinationen im Serpentin selbst, die unter Verhältnissen auftreten, welche auf äusserst intensive chemisch-geologische Processe hinweisen. Man kann in der Hauptsache zwei verschiedene Formen des Vorkommens dieser Bildungen unterscheiden, einestheils ein System vielverzweigter Adern und Gänge, welche an der West- und Südwestseite der Schwarzen Wand den Serpentin in seinen äusseren Randzonen durchziehen, und welche vor Allem röthlichbraunen Kalkgranat mit Chlorit, seltener auch Vesuvian führen, zu welchen untergeordnet noch andere Mineralien hinzutreten. Die andere Art des Vorkommens von abweichenden Gesteinen im Serpentin ist namentlich auf der Nordseite oberhalb des Jägerhauses entwickelt; es finden sich hier die Mineralaggregate in Form unregelmässiger Putzen im Serpentin, welche fast den Eindruck mächtiger Einschlüsse machen und zum Theil eine deutliche Lagenstructur erkennen lassen; es sind vor Allem diese die Fundstellen der verschiedenen schön krystallisirten Mineralien, welche aus der Scharn in den Sammlungen verbreitet sind. Dieselben finden sich in diesen putzenförmigen Silicatmassen auf Hohlräumen und auf Klüften, von welchen die Gesteine allenthalben durchzogen sind. Zwei derartige Vorkommnisse habe ich hier im Anstehenden genauer untersucht, von welchen das eine, welches im Aufschluss eine Länge von etwa 7—8 m hat und die halbe Breite besitzt, vorherrschend die Mineralien Epidot, Diopsid, Magnetit mit einem chocoladebraunen Kalkgranat zeigt, während an dem andern, welches weniger bedeutend ist, Vesuvian mit einem lichtrothen Granat vorwiegen. Es treten uns somit hier genau dieselben Mineralien entgegen, welche die Kalksilicathornfelse charakterisiren, und dieselben finden sich in einer Weise mit einander verbunden, welche mit diesen die grösste Aehnlichkeit hat, indessen spricht die Art des Auftretens ganz ähnlicher Bildungen mit denselben Mineralcombinationen am Rothenkopf im Zillerthal, welche im Folgenden beschrieben werden sollen, gegen die Auffassung, dass es sich um Einschlüsse irgend welcher Art im Serpentin handelt.

Der Serpentin selbst ist ein normaler Antigoritserpentin von massigem Habitus, welcher im Dünnschliff keine besonders erwähnenswerthe Erscheinung zeigt. Es finden sich in demselben Partieen von schuppigem Chloritfels mit grossen Magneteisenkrystallen, ein in den centralalpinen Serpentinen weit verbreitetes Vorkommniss. Unter dem Mikroskop findet man, dass diese Gesteine aus feinschuppigen und gröberschuppigen

Partieen von Chlorit bestehen, welche manchmal ziemlich regelmässig gegen einander abgegrenzt sind. Das ganze Gestein ist erfüllt von winzigen, spindelförmigen Titanitkrystallen, welche sich namentlich gerne in Höfen um skelettartige, opake Erze, die also wahrscheinlich Titaneisen sind, anhäufen; die grossen, wohlausgebildeten Krystalle von Magnetit, welche makroskopisch hervortreten, sind umgeben von einem Rand grobschuppigen Chlorits; hin und wieder beobachtet man auch hier Ränder von Titanit. Von den Neubildungen, welche am Serpentin der „Schwarzen Wand“ so mannigfaltig vorhanden sind, verdienen zunächst eine eingehende Besprechung die Vorkommnisse, welche in deutlich erkennbaren Gangsystemen die äusseren Zonen des Serpentins durchziehen, sowie die Umänderungen, welche der Serpentin resp. dessen Muttergestein an solchen Stellen erlitten hat. Vorherrschend sind unter denselben dichte, splittrige, Granatfelse, von braunrother Farbe, welche sehr reich an Hohlräumen sind, auf denen Granat, Chlorit, Diopsid und Magneteisen in wohlausgebildeten Krystallen sitzen. Der Granat ist auch hier wieder ein Kalkgranat, mit wenig Eisenoxydul und frei von Magnesia; der Chlorit zeigt positive Doppelbrechung und einen sehr wechselnden Axenwinkel. Diese Mineralaggregate durchziehen in unzähligen grösseren Gängen und kleinen Adern die Masse des Serpentins, wobei sich im Grossen eine gewisse gesetzmässige Anordnung in Zonen parallel zur Grenzfläche des Serpentins erkennen lässt, während im Kleinen die einzelnen Gänge und Adern keine bestimmte Richtung zeigen. Zum Theil sind diese Granatgänge scharf von der umgebenden Serpentinmasse geschieden, weitaus in den meisten Fällen aber ist dies nicht der Fall, sondern vielmehr ist dann das umgebende Gestein weithin gleichfalls „granatisirt“ und die mikroskopische Untersuchung von Präparaten derartiger Stücke lässt den ganzen Process der Umbildung in schönster Weise verfolgen, einer Umbildung, welche ganz analog zu der an dem Granatfels vom Hackbrettl beobachteten ist. Auch hier finden sich in dem derben Granat häufig noch Reste und körnige Aggregate von Diallag, welcher makroskopisch schwarz und metallisirend erscheint, unter dem Mikroskop ein faseriges Aussehen besitzt, meist verbogen und geknickt ist und von Neubildungen durchzogen erscheint, welche sich zum Theil auf den Spaltrissen ansiedeln, zum Theil in Adern durch die Krystalle hindurchsetzen und endlich auch von den Grenzen der einzelnen Körner in diese sich hineinziehen. Diese Neubildungen bestehen aus feinkörnigem Granat und Chlorit, welche sich in gesetzmässiger Weise ∥ der Absonderung des Diallags ablagern und häufig von Schnüren opaker Erze begleitet werden; wenn die Umbildung in das Gemenge von Granat und Chlorit vollendet ist, so erkennt man noch mit grosser Deutlichkeit die Faserung des ursprünglichen Minerals mit all ihren Stauchungen und Knickungen, bei vorherrschendem Granat durch die parallele Lagerung der Chloritblättchen, bei vorherrschendem Chlorit durch Schnüre von Granatkörnern angedeutet. Der Granat, welcher diese Pseudomorphosen bildet, ist stets sehr feinkörnig und erscheint in Folge der eingelagerten Chloritblättchen trübe, hin und wieder finden sich mit demselben auch grössere Körner von Epidot und Diopsid. Durchsetzt wird nun dieses pseudomorphe Gestein von den Adern und Gängen, welche zumeist

gröber krystallinischen Granat, der klar durchsichtig und sehr schwach doppelbrechend ist, sowie Chlorit, Diopsid, Magnetit, Epidot und Calcit führen und mehr oder weniger scharf gegen die Hauptmasse abgegrenzt sind; es finden sich auch lappige Erzpartieen mit einer Umrandung von Titanit auf diesen Adern. Dieselben durchsetzen und verwerfen sich häufig, quellen hin und wieder zu ziemlich bedeutender Mächtigkeit auf und sind dann meist innen mit schönen Krystallen ausgekleidet; sie verlieren sich im feinsten, erst im Mikroskop sichtbaren Geäder, fast überall auf das Nebengestein die umwandelnde Wirkung hervorbringend. Und ebenso wie diese Granatfelse sind auch die seltener vorkommenden Vesuvianfelse ausgebildet, welche aber nur in den Blöcken aufgelesen werden konnten. Der Vesuvian derselben ist bald mehr, bald weniger feinkörnig und zeigt wieder die eigenthümlichen Polarisationsfarben niederster Ordnung; die grösseren Krystalle von Vesuvian sind zonar aufgebaut und umschliessen Blättchen von Chlorit, sowie Granat. Ganz in derselben Weise wie beim Granatfels sind die Gesteine, welche diese Vesuvianadern begrenzen, verändert. Die Hauptmasse des Gesteins ist ein feinkörniges Gemenge von Vesuvian mit Chlorit, häufig auch mit Diopsid, in welchem in der Umwandlung begriffene Krystalle von Diallag, sowie deutlich erkennbare Pseudomorphosen vorhanden sind. Es finden sich in diesen Gesteinen hin und wieder als jüngste Bildungen Adern von Granat.

Die zweite Gruppe von Vorkommnissen, welche in dem Serpentin der Schwarzen Wand beobachtet wurden, findet sich mehr in Form von Putzen, welche bedeutend grössere Mächtigkeit besitzen als die eben beschriebenen Adern; aber wie in diesen der Uebergang des normalen Serpentins in die Mineralcombination der Adern und Gänge kein plötzlicher ist, sondern vielmehr von letzteren ausgehend, eine allgemeine Umwandlung des Gesteines sich bemerkbar macht, deren Endproducte an Stelle des Antigorits stets Chlorit mit Granat, Vesuvian etc. sind, so ist es auch hier. Die Gesteine dieser Putzen grenzen nicht scharf an Serpentin ab, obschon es makroskopisch manchmal den Anschein hat; vielmehr bestehen die umgebenden Gesteine auch hier in der Hauptsache aus Chlorit, zu welchem sich Epidot, Diopsid, Vesuvian gesellen. Was die Mineralcombination dieser Gebilde betrifft, so ist das eine mächtigere ausgezeichnet durch die Paragenesis von Diopsid, Epidot, Magnetit und braunem Kalkgranat, das andere führt vorherrschend Vesuvian mit rothem Kalkgranat; die Gesteine des ersten Vorkommnisses sind ziemlich artenreich, und hier finden sich auf Hohlräumen, sowie auf den Klüften in grosser Menge dieselben Mineralien, welche das Gestein zusammensetzen, in den schönsten und flächenreichsten Krystallen, während in den andern wenig Abwechslung zu beobachten ist und auch weniger zahlreich krystallisirte Mineralien auftreten. An der zuerst erwähnten Stelle finden sich einestheils körnige Epidotfelse, welche fast nur aus Epidot bestehen, dann dichte Gemenge von Epidot mit dem braunen Granat, zu welchen noch Diopsid tritt, der in andern Stücken in grobstengeligen Partieen überwiegt. Dazu kommt namentlich gegen den Serpentin zu Chlorit. Wo opake Erze vorhanden sind, werden dieselben oft von einem breiten Rand von körnigem Titanit umgeben, welcher auch für sich hin und

wieder in scharfen Krystallen im Gestein vorhanden ist. Diese verschiedenen Varietäten werden nun durchsetzt von einer grossen Anzahl von wirr durcheinanderlaufenden Gängen und Adern, auf welchen sich die im Gestein vorhandenen Mineralien, zu denen noch Vesuvian tritt, in Krystallen oder körnigen und stengeligen Aggregaten finden. Besonders interessant ist das Vorkommen derartiger aus Granat bestehender Adern, da auf diesen fast stets zwei verschiedene Granatmineralien in einander gewachsen sind. Einestheils der gewöhnliche braune Granat, welcher auch an der Zusammensetzung des Gesteines theilnimmt, und sodann ein im Dünnschliff farbloser Topazolith. Der erstere tritt in unregelmässigen Körnern auf und bildet eine Art Grundmasse, welche optisch sehr annähernd isotrop ist, und in welcher die scharf ausgebildeten, mit deutlicher Feldertheilung versehenen Topazolithe liegen, die auch häufig Perimorphosen bilden.

Die Ausbildung der beiden Arten von Vorkommnissen in diesem Serpentin ist somit sehr ähnlich, und wie die im Folgenden beschriebenen Vorkommnisse zeigen, finden sich alle möglichen Zwischenglieder zwischen den gangförmigen und den putzenförmigen Bestandmassen, so dass man gezwungen ist, beide als einander sehr nahestehend zu betrachten.

D. Die Vorkommnisse des Zillerthales.

Von den Serpentinen des Zillerthals wurden, wie schon oben bemerkt, das Vorkommniss vom Rothenkopf-Ochsner, dann dasjenige vom Greiner, beide in Seitenthälern des Zemmgrundes, sowie ein weniger mächtiges, welches am Furtschagl im Schlegeisgrund ansteht, in den Kreis der Untersuchung gezogen. Die drei Vorkommnisse liegen im Gneiss; es sind also hier wieder nur wenig weitgehende contactmetamorphische Umwandlungen zu erwarten, und es sind auch am Contact derselben mit Ausnahme der Umbildung einiger Schichten in Talkschiefer und ähnlicher Modificationen des Gneisses, wie sie vom Rettenkopf im Stubachthal beschrieben wurden, keine Mineralneubildungen erfolgt, welche man auf eine Einwirkung des Muttergesteins der Serpentine auf den Gneiss zurückführen könnte. Dagegen zeigen sich einestheils die Grenzzonen des Serpentins selbst gegen den Gneiss zu merkwürdig ausgebildet, und es finden sich vor Allem an dem Vorkommniss vom Rothenkopf Mineralneubildungen in grosser Menge und mannigfaltiger Combination, welche mit den verschiedenen Vorkommnissen aus der Scharn die grösste Aehnlichkeit besitzen und nur in viel grösserer Zahl und artenreicherer Ausbildung auftreten. Auch hier sind diese die Fundstätten einer grossen Anzahl zum Theil vorzüglich krystallisirter Mineralien, welche in allen Sammlungen vorhanden sind. Der Serpentin am Rothenkopf bildet wieder eine der schönsten Minerallagerstätten der Alpen. Verschieden gefärbte Varietäten von Granat und Epidot, Diopsid und Vesuvian, Titanit und Magnetit stammen aus

den gang- und aderförmigen Vorkommnissen, welche den Rothenkopf in allen Richtungen durchsetzen.

Der Bedeutendste von den drei Serpentinen ist derjenige, welcher die schroffen, kahlen Felsköpfe des Rothenkopf und Ochsner aufbaut, von denen namentlich der Rothenkopf in seiner Form und in den wilden Blockhalden, welche seinen Fuss umgeben, als typisch für die Art des Auftretens von Serpentin im Hochgebirge angesehen werden kann. Die Serpentinmasse ist nicht einheitlich, sie wird zunächst durch eine wenig mächtige Gneisszone in zwei Theile getheilt, von welchen der eine zum grössten Theil den Rothenkopf, der andere den Ochsner bildet. Fernerhin sind noch einige kleine, im Aufschluss linsenförmige Partieen von der Hauptmasse abgetrennt, so namentlich ein kleiner Felskopf, welcher zwischen dem „schwarzen See“ und dem Feldkopf ansteht. Da indessen diese insgesammt örtlich so nahe mit einander verbunden sind, werden sie am besten, trotz einiger Abweichungen in den Einzelheiten, zusammen behandelt. Die Gesteine des Rothenkopf und Ochsner sind in ihrer gewöhnlichen Ausbildung normale Antigoritserpentine von massigem Aussehen und splittrigem Bruch, schiefrige Varietäten treten hier in den Hintergrund. Unter dem Mikroskop erkennt man in diesen Gesteinen manchmal Reste von trübem Olivin, welcher von Antigorittafeln zerfetzt ist, ganz wie in den Vorkommnissen vom Stubachthal. Hin und wieder nimmt neben Antigorit noch Talk an der Zusammensetzung des Gesteins theil, wobei sich dann durch die Art der Ablagerung der Erze gerne eine Art Maschenstructur herausbildet; in solchen Gesteinen erscheint der Antigorit in radialstrahligen Aggregaten und man findet in denselben ziemlich viel Dolomit, sowie Pyrit, ersteren in Körnern, letzteren in Haufwerken wohlausgebildeter Krystalle. Auch Tremolit ist nicht selten und wohl stets als secundäres Product aufzufassen; er findet sich in grösseren Prismen, welche sich auch gerne zu Aggregaten vereinigen, die unregelmässig radiale Structur haben. Magnetit ist natürlich überall vorhanden, er häuft sich stellenweise auch zu grösseren Partieen an. Besonders erwähnenswerth sind einige Varietäten des Gesteins vom Ochsner,[1]) da in diesen mehr oder minder frisch der ursprüngliche Bestand erhalten ist. Dieselben haben makroskopisch ein gabbroartiges Aussehen, schwarze, oft metallartig glänzende Tafeln von Diallag liegen in einer grünlichweissen bis grünen, meist ziemlich dichten Grundmasse. Unter dem Mikroskop erscheint das Gestein zusammengesetzt aus Olivin und Diallag, Antigorit und Tremolit, zu welchen noch verschiedene Erze kommen. Der Erhaltungszustand dieser ausserordentlich harten, compacten Gesteine ist kein so guter wie bei den Vorkommnissen des Stubachthals. Die Zersetzung hat hier den Olivin schon stark verändert und meist zu einem Haufwerk trüber Körner zerlegt, auf deren Zugehörigkeit zu diesem Mineral aus dem Verhalten gegen Säuren und aus der Aehnlichkeit mit nachweislichen Resten von Olivin in den oben beschriebenen Gesteinen geschlossen wurde; selten fanden sich auch hier noch deutlich erkennbare Olivinkörner, in welchen dann allenthalben die regelmässige

1) Vergl. Hussak, Ueber einige alpine Serpentine. (Tscherm. min. petr. Mitth. 1883, **5**, 75—76.)

Verwachsung mit Antigorit auffällt, welch letztere aber auch an den trüben Resten noch überall zu beobachten ist; besonders massenhaft findet sich Tremolit theils in grösseren Krystallen, theils in wirren Aggregaten als Neubildung aus Olivin. Der Diallag ist ungewöhnlich reich an opaken, mehr oder weniger regelmässigen, stäbchenförmigen Einschlüssen, welche zumeist in solcher Menge vorhanden sind, dass es schwer hält, das Mineral überhaupt durchsichtig zu machen. Der Diallag ist wie überall widerstandsfähiger gegen die Umbildung zu Serpentin als der Olivin, und er ist desshalb häufig noch erhalten, wenn vom Olivin keine Spur mehr vorhanden ist. Doch fällt auch er dem Process der Serpentinisirung anheim, und es hat an einzelnen Stellen den Anschein, als ob aus demselben in diesen Gesteinen gleichfalls regelmässig struirte Aggregate von Antigorit entstehen würden. Chlorit in grösseren, pleochroitischen Täfelchen bildet ein häufiges Nebenproduct bei der Umwandlung dieser Gesteine in Serpentin, und opake Erze finden sich in ziemlicher Menge in den frischen, wie in den veränderten Gesteinen. Zu bemerken ist noch, dass auch hier bei der Serpentinisirung eine Art von Maserung entsteht, hervorgebracht durch wechselnde Zonen mehr oder weniger zersetzter Partieen.

Die Contactverhältnisse der Serpentine am Rothenkopf und Ochsner lassen sich an verschiedenen Stellen studiren, besonders gut zugänglich sind sie am Ochsner. Man beobachtet dort, dass sich der Serpentin gegen den Contact zu in der Weise verändert, dass er in einen gleichfalls jede Andeutung einer Schieferung entbehrenden Chloritfels übergeht, in welchem ein parallel mit der Contactfläche gehendes, 2—4 cm breites Band mit vielen, grossen, quergestellten Tremolitprismen vorhanden ist. Jenseits dieses Bandes ist das Gestein wieder compacter Chloritfels mit wenigen, viel feineren Nadeln von Tremolit, und 2—3 cm weiter geht es in grobblätterigen Chlorit über, dessen etwa 1 cm breite Blätter senkrecht auf der darunter folgenden Schichtfläche des Gneisses stehen. Der Gneiss zeigt ähnliche Veränderungen wie am Rettenkopf, er ist vor Allem ungemein epidotreich geworden und stellt zum Theil einen körnigen Epidotfels dar. Aehnlich ist auch der Contact an andern Stellen ausgebildet, und überall ist der Uebergang des Serpentins in den Tremolit-führenden Chloritfels und endlich in die Lage von grobschuppigem Chlorit nachzuweisen. Die benachbarten Schichten der Schiefergesteine aber sind an den verschiedenen Stellen etwas abweichend beschaffen, indem bald Fuchsit-führende Gneisse, bald epidotreiche Amphibolite oder reine Hornblendegesteine auftreten, in welchen ausser grüner Hornblende nur noch Titanit nachzuweisen ist. Ein Uebergang zwischen den Bildungen der Grenzzonen des Serpentins und den Schiefern ist aber nirgends vorhanden; die Grenze ist stets vollständig scharf und wohl charakterisirt.

Von ganz besonderem Interesse ist das Vorkommen von Mineralneubildungen im Serpentin des Rothenkopf und Ochsner selbst; wie schon bemerkt, treten diese in Form von Gängen auf, welche im Allgemeinen weder im Streichen noch im Fallen eine bestimmte Regel erkennen lassen, welche oft bei sehr geringer Mächtigkeit hunderte von Metern weit zu verfolgen sind, und die an anderen Stellen wieder mehr die Form

von Putzen oder Zapfen besitzen. Sie finden sich zum Theil in einzelnen, meist bedeutenden Vorkommnissen den Serpentin durchsetzend, bald bilden sie namentlich in den Grenzzonen des Serpentins wirre Netzwerke feiner Adern in dem dort in Chloritfels übergehenden Gestein. Und überall enthalten diese Gänge zahlreiche Hohlräume, auf welchen die Mineralien, welche dieselben zusammensetzen, sich in prächtigen Krystalldrusen ausgebildet haben, welche diesen Fundort seit lange bei den Mineralogen so sehr berühmt gemacht haben. Alle die schön krystallisirten Vorkommnisse von Epidot, Vesuvian, Granat, Diopsid, Magnetit, Titanit etc., welche unter der Bezeichnung Rothenkopf, Ochsner, Schwarzenstein, Schwarzensteinalpe u. s. w. in den Sammlungen verbreitet sind, stammen aus diesen Gängen. Ebenso wie dies bei den Vorkommnissen aus der Scharn beschrieben wurde, ist hier häufig, namentlich an den mächtigeren Gängen, eine Art Schichtung zu erkennen, welche im Allgemeinen parallel mit den Salbändern verläuft. Diese abweichend ausgebildeten Mineralcombinationen setzen zumeist nicht scharf gegen den Serpentin ab, sondern verlaufen mehr allmählich in denselben oder vielmehr in den seine Stelle vertretenden Chloritfels. Es bilden sich ferner auch hier an Stelle des Serpentins wieder die harten, dichten, splittrigen Gesteine aus, ohne dass es aber gelungen wäre, hier die allmähliche Umwandlung des ursprünglichen Gesteins in das secundäre Silicatgemenge zu verfolgen. Zu unterscheiden sind bei diesen Vorkommnissen verschiedene Typen, welche hauptsächlich durch ihre mineralische Zusammensetzung zu trennen sind. Zunächst finden sich solche, welche aus vorherrschendem braunrothem Kalkgranat mit untergeordnetem Chlorit bestehen, welche ganz analog wie die entsprechenden Bildungen aus der Scharn ein weitverzweigtes Adersystem mit auf Drusen ausgebildeten Krystallen darstellen, in deren Umgebung häufig das Hauptgestein in dichten, braunrothen Granat umgewandelt erscheint. Es finden sich ferner Gänge, deren hauptsächlichster Bestandtheil ein optisch positiver Chlorit mit stets sehr kleinem Axenwinkel ist, welcher zum Theil in handgrossen Blättern für sich allein als Ausfüllung auftritt, bald mehr oder minder dichte, schuppige Chloritfelse bildet, in welchen Titanit in grösseren oder kleineren Individuen, grosse Oktaëder von Magnetit, sowie kleine Titaneisentafeln auftreten. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass der kräftig pleochroitische Chlorit ein wirrschuppiges Aggregat bildet, in welches massenhaft Haufwerke von Titanit und Tafeln von Titaneisen eingestreut sind. Die selteneren grossen Magnetitkrystalle haben eine sehr charakteristische schmale Randzone von körnigem Titanit, um welche eine weitere Zone parallel gelagerter grösserer Blättchen von Chlorit folgt. Weitaus die meisten dieser Bildungen aber bestehen wie die entsprechenden Vorkommnisse der Scharn aus einem dichten, regellosen Aggregat von braunem Granat, Diopsid, Epidot und Chlorit, zu welchen Calcit und etwas seltener Vesuvian tritt; auch Titanit und Magnetit finden sich in denselben. Die Gesteine, welche makroskopisch meist grünlichgraue bis gelbe Farben zeigen, sind sehr hart, compact und zähe, aber von zahlreichen Klüften durchsetzt, auf welchen dieselben Mineralien, vor allen Granat und Chlorit sich abgesetzt haben; diese Adern lassen sich im Dünnschliff in die feinsten Verästelungen verfolgen

und sind dort, wo sie anschwellen und Hohlräume aufweisen, vor Allem die Träger der krystallisirten Mineralien. Stellenweise gehen aus diesen gemengten Gebilden wieder die charakteristischen dichten, hornsteinähnlichen Mineralaggregate hervor, welche mehrfach erwähnt wurden. Es finden sich hier in dieser Ausbildung Diopsid und farbloser Granat, vermuthlich Grossular. Makroskopisch sind beide sehr ähnlich, beide grün und weiss geflammt, aber während der Bruch des Diopsids mehr nephritartig ist, bricht der dichte Granat rein muschlig mit pechglänzender Oberfläche. Unter dem Mikroskop erscheint der erstere als dichtes, schwer entwirrbares Aggregat von Diopsidkörnern, welches in allen Richtungen von Adern des farblosen Granats durchzogen wird; der dichte Granat besteht zum Theil aus einem trüben, körnigen Aggregat, zum Theil aus einem Haufwerk ziemlich gut begrenzter rhombendodekaëdrischer Krystalle, welche schwache, anomale Doppelbrechung zeigen; zwischen denselben ist hin und wieder ein saftgrün gefärbtes Granatmineral ohne Doppelbrechung, vermuthlich ein Chromgranat, zu beobachten, ausserdem finden sich überall Flecken und Schnüre von dichtem Diopsid.

Was Aussehen und Ausbildung der einzelnen Mineralien der körnigen Vorkommnisse betrifft, so kann man verschiedene Varietäten unterscheiden. Der Granat findet sich rothbraun für sich allein, nelkenbraun in den meisten der gemengten Vorkommnisse, während lichtrother Granat auf die Gesellschaft des bekannten rothen Epidot, welcher sich zwischen Rothenkopf und Ochsner findet, beschränkt erscheint; farblosen Grossular kenne ich nur aus den eben beschriebenen dichten Aggregaten. Der Epidot, welcher makroskopisch bald roth, bald bräunlichgelb oder grün erscheint, ist im Dünnschliff stets sehr licht gefärbt und hat nur selten deutlichen Pleochroismus; stets farblos sind u. d. M. Diopsid und Vesuvian. Im Anschluss an diese Mineralaggregate muss ich noch auf das häufige gangförmige Vorkommen von Hornblendeasbest und Tremolit hinweisen, von welchen ersterer meist in langen parallelfaserigen Aggregaten von schneeweisser Farbe auftritt, während letzterer wirrstrahlige, mehr compacte Gesteine bildet. Beide sind besonders reichlich an der kleinen linsenförmigen Masse zu beobachten, welche zwischen dem Feldkopf und dem Schwarzen See ansteht und von der Hauptmasse abgeschnürt ist. Besonderer Beschreibung werth ist ein ferneres hiehergehöriges Vorkommniss, da dies weder mit den sonstigen im Verband mit den Serpentinen auftretenden Gesteinen Aehnlichkeit hat, noch auch irgend etwas Analoges in den übrigen von mir besuchten Theilen der Centralalpen aufgefunden werden konnte. Es besteht aus einem Gemenge von zahlreichen, oft zollgrossen Krystallen von Apatit, welche in einer Grundmasse von schuppigem Biotit liegen, wozu noch kleine Körner von Sphen kommen. Das gangförmige Auftreten dieses Apatit-führenden Glimmerfelses im Serpentin des Rothenkopfs lässt sich sehr gut beobachten, es gehört dasselbe also wohl genetisch zu den vorher beschriebenen Silicataggregaten. Ich möchte hier noch darauf hinweisen, dass der Molybdänit[1]) am Rothenkopf vermuthlich ebenfalls in den gangförmigen Silicataggregaten auftritt.

---

1) A. Model, Molybdänverbindungen im Serpentin des Rothenkopfs, Zillerthal. Tscherm. min. petr. Mitth. 1892. **13**, 532.

Das zweite Vorkommen von Serpentin, welches uns hier beschäftigt, steht am Absturz des Greiners gegen den Zemmgrund an, und auch dieses ist wegen seines Mineralreichthums seit lange in der Literatur bekannt. Die Verhältnisse dieses Vorkommnisses zu den umgebenden Schichten des Gneisses sind vorzüglich aufgeschlossen, und man macht auch hier die Bemerkung, dass der Serpentin mit den mannigfachen Neubildungen, welche ihn begleiten, überall scharf von dem Gneiss getrennt ist, und dass durchaus keine Uebergänge zwischen beiden vorhanden sind, wie Reuss[1]) in seiner Beschreibung dieses Vorkommnisses angibt, von welcher diese irrige Anschauung in der Literatur sich weit verbreitet hat. Der Serpentin am Greiner ist ebenso wie der am Rothenkopf keine einheitliche Masse, sondern durch Schichten von Amphibolit in zwei Hauptmassen zertheilt. Das Gestein ist in seiner normalen Ausbildung ein Antigoritserpentin, welcher häufig von Gängen mit Antigorit, Pikrosmin und Hornblendeasbest durchzogen ist. Auch sonst finden sich Bildungen, welche denselben gangförmig durchsetzen, einestheils von Talk, anderntheils von dichtem Chloritfels, während die am Rothenkopf so wohlausgebildeten Vorkommnisse mit krystallisirten Silicaten hier nicht beobachtet wurden. Von Interesse sind die Contactverhältnisse, welche sehr gut zu studiren sind. Der Serpentin, welcher in seiner Hauptmasse ein festes, hartes Gestein ohne eine Spur von Parallelstructur darstellt, wird zunächst etwas schalig und chloritreich und geht dann durch allmähliche Aufnahme von Talk in Topfstein über, welcher in grosser Menge Rhomboëder von Breunerit enthält: weiter gegen die Grenze hin tritt letzterer wieder zurück, an seiner Stelle kommt Strahlstein hinzu, dessen langprismatische Krystalle zunächst richtungslos in dem dichten Talk liegen. Am Contact selbst herrscht der Strahlstein über den Talk, und es stellen sich hier die bis 15 cm langen Nadeln desselben parallel zu einander und senkrecht zur Contactfläche; diese Zone wird durch ein schmales Band von grobschuppigem Chlorit scharf von dem zunächst folgenden Gneiss geschieden. Der letztere ist zunächst am Contact in derselben Weise modificirt, wie schon öfter beschrieben, die Hauptmasse des Gesteins besteht aus einem dichten Aggregat von Epidot, Strahlstein und Chlorit, in welchem Blättchen von dunklem Glimmer sowie von Fuchsit in Nestern beisammen liegen. Oft bilden sich auch zwischen den Schichten des Gneisses Knollen aus, welche aus vorherrschendem Fuchsit bestehen und makroskopisch dicht und dunkelgrün erscheinen. Diese letzteren sind oft von grossschuppigen Lagen von Biotit durchzogen. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass diese Knollen stellenweise aus fast reinem wirrschuppigem Fuchsit mit deutlichem Pleochroismus (𝔞 blaugrün, 𝔠 grün) bestehen; zumeist aber ist derselbe gemengt mit dem ziemlich licht gefärbten Biotit, welcher überall in verhältnissmässig grossen, deutlich umgrenzten Krystallen vorhanden ist. Dazu kommen kleine Prismen von Turmalin in ziemlicher Menge (𝔞 lichtgelblich braun, 𝔠 dunkelgrün), sowie an einzelnen Stellen ein feinkörniges Aggregat von Quarz und Feldspath. Ausser diesen Gesteinen finden

1) Reuss, Geognostische Beobachtungen etc. Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1840, 135.

sich im Gneiss Schichten von Fuchsit-führendem Strahlsteinschiefer, alles Bildungen, welche auch sonst in den Contactzonen der verschiedenen Serpentine vorkommen und mit wenigen Ausnahmen auf diese beschränkt sind.

Von den abweichenden Ausbildungsformen des Serpentins selbst, welche gegen den Contact zu beobachtet werden, sind zunächst die Vorkommnisse von Topfstein, in der Literatur stets als Talkschiefer bezeichnet, zu erwähnen. Dass es keine Talkschiefer sind, welche hier den in allen Sammlungen verbreiteten Strahlstein, sowie den Breunerit führen, wird schon durch das Vorkommen der direct am Contact geschlagenen Stücke dieser Art erwiesen, wo die annähernd parallelen 10—15 cm langen Nadeln von Strahlstein in dichten Bündeln senkrecht auf der Schichtfläche stehen, Verhältnisse, welche bei einem Schiefer doch sehr merkwürdig wären. Die Breuneritrhomboëder, welche ziemliche Grösse erreichen, gehen auch noch aus dem Topfstein in den durch Uebergänge mit diesem verbundenen schaligen Chloritfels über, wo sie häufig mit einer Rinde von Talk umgeben sind, fehlen aber dem normalen Serpentin.

Ueber die gangförmigen Vorkommnisse ist nur wenig zu sagen, einestheils finden sich, wie schon erwähnt, die verschiedenen mehr oder minder parallelschuppigen Aggregate von Serpentin, welche man als Pikrosmin, Antigorit etc. zu bezeichnen pflegt, in dieser Form, ebenso der bei den alpinen Serpentinen so weit verbreitete Hornblendeasbest. Ein weiteres Vorkommniss dieser Art bildet ein ziemlich dichtschuppiger Chloritfels mit grossen Magnetitkrystallen und kleinen Tafeln von Titaneisen; der Titanit tritt hier aber ganz in den Hintergrund, dagegen kommt etwas Apatit in diesen Gesteinen vor. Die Gänge von Talk endlich, an deren Rändern der Serpentin meist in Topfstein umgewandelt ist, bilden die bekannten schaligen Aggregate von lichtgrüner Farbe, in welchen hin und wieder grosse, prismatisch ausgebildete Krystalle von Apatit (Spargelstein), sowie grosse Linsen von Dolomit auftreten.

Das dritte Serpentinvorkommniss im Zillerthal, welches ich besuchte, ist von geringerer Wichtigkeit. Dasselbe findet sich am Furtschagl im hintern Schlegeisgrund und ist viel weniger mächtig als die beiden anderen. Das Gestein desselben ist echter Antigoritserpentin, zum Theil ziemlich reich an rhomboëdrischen Carbonaten, auch hier finden sich sowohl die Talk- als die Chloritbildungen auf Gängen. Der Talk bildet ebenso lichtgrüne, schalige Aggregate wie bei dem Vorkommen am Greiner; in den Chloritfelsen finden sich wieder Magneteisenkrystalle, an welchen Cathrein (l. c.) die Verwachsung mit Ilmenit nachgewiesen hat, und Tafeln von Titaneisen in einer feinschuppigen Grundmasse, ausserdem beobachtet man in denselben Pseudomorphosen von Chlorit nach einem prismatisch ausgebildeten, radialstrahligen Mineral, welches wohl Strahlstein war. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass der Chlorit dieser Pseudomorphosen sehr grobschuppig ist, er hat deutlichen Pleochroismus, einen meist kleinen, aber wechselnden Axenwinkel und lässt in Schnitten senkrecht zur Basis Zwillingslamellirung erkennen. Die Verhältnisse am Contact sind hier weniger deutlich, es finden sich an solchen Punkten theils reine Talkschiefer, theils Gemenge von Talk mit Dolomit in schiefriger Form, welche vielleicht aus dem Nebengestein durch Um-

wandlung entstanden sind, aber ebenso gut als zum Serpentin gehörig angesehen werden können.

Anhangsweise möchte ich hier bemerken, dass die Vorkommnisse von grossen Magnetitkrystallen im „Chloritschiefer“ von der Lovitzer Alp, welche in den meisten Sammlungen vorhanden sind, gleichfalls dem Serpentingebiet angehören, und dass die Gesteine daher gleichfalls den Chloritfelsen zuzurechnen sind. Anstehend finden sie sich an der Rothwand im Pfitschergründl oberhalb der Lovitzer Alp. Der Serpentin von diesem Fundort ist normaler Antigoritserpentin.

E. Das Vorkommen im Pfitscher Thal.

Das letzte Vorkommniss von Serpentin, welches uns hier beschäftigt, findet sich in dem beim Weiler Burgum nach Süden abzweigenden Seitenthal des Pfitscher Thals unweit der „Burgumer Alpe“ und zieht sich vom Burgumer Berg bis an den Fuss der Wildkreuzspitze hin. Wenn man von der Burgumer Alpe her aufsteigt, gelangt man unmittelbar an der „Sterzinger Hütte“ an das Meer von Blöcken dieses Serpentins, welche übereinander gestürzt ein mächtiges Gemäuer aufbauen, das den Eindruck macht, als wäre der ganze Berg in sich zusammengeborsten und in Trümmer zerschellt. Nicht häufig ist in diesem Chaos anstehendes Gestein zu entdecken, und es erscheint bei den riesigen Dimensionen, welche die Felsblöcke hier theilweise zeigen, oft schwer, das Anstehende von dem Abgestürzten zu unterscheiden. Wegen dieser auf allen Seiten vorhandenen Blockmassen sind auch die Contactverhältnisse dieses Serpentins nirgends zu verfolgen, obgleich die Gesteine, in welchen derselbe eingelagert ist, Kalkglimmerschiefer und Chloritschiefer, das Vorhandensein von Contactbildungen wahrscheinlich machen. Dagegen finden sich im Serpentin selbst ausserordentlich mannigfaltige Neubildungen in grösster Menge, so dass dieses Vorkommen seit langem als einer der reichsten Mineralfundorte berühmt ist, und die verschiedenen krystallisirten Mineralien, welche im Serpentin der Burgumer Alp[1]) sich ausgebildet haben, gehören zu den Prunkstücken mineralogischer Sammlungen. Was das Vorkommen betrifft, so sprechen die Angaben, welche in der Literatur über diese Lagerstätte verbreitet sind, von dem Auftreten der verschiedenen Mineralien in Chloritschiefer, theilweise auch in Dioritschiefer etc., womit dieselbe absolut nicht in Zusammenhang gebracht werden kann. Es ist ja allerdings richtig, dass ungewöhnlich häufig unter den hieher gehörigen Gesteinen gebänderte und selbst schiefrige Varietäten vorhanden sind, wie es überhaupt den Anschein hat, als ob der Aufschluss nur die äussersten Zonen des Serpentins erreicht hätte, wo wir fast überall derartige Bildungen finden; es ist ferner richtig, dass in den Gesteinsproben, welche die krystallisirten Mineralien

1) Die Mineralien gehen unter den verschiedensten Fundortbezeichnungen, wie Porgumer Alpe, Wildkreuzspitze, Wildkreuzjoch etc., es scheint jedoch die oben angenommene Bezeichung die richtigste zu sein.



tragen, und welche bis jetzt einzig als der Untersuchung für werth erachtet wurden, Chlorit eine sehr bedeutende Rolle spielt, wie überall in der ganzen Reihe der besprochenen Serpentinvorkommnisse, wo von den Mineral-führenden Gängen und Adern aus weitgehende chemische Umwandlungen des ganzen Gesteins zu beobachten sind. Aber schon die makroskopische Betrachtung dieser meist schweren, compacten Gesteine und in noch höherem Maasse die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass dieselben einem Chloritschiefer vollständig fremd gegenüberstehen, dass es sich vielmehr hier um echte „metamorphische" Bildungen handelt, nicht etwa der Art, wie man sie in der ganzen Reihe der krystallinen Schiefer vor sich zu haben glaubt, bei deren Entstehung stets mehr oder weniger theoretische Agentien angenommen werden müssen. sondern vielmehr metamorphische Bildungen, bei welchen der Grund der Metamorphose stets klar zu verfolgen ist, und wobei die Processe, welche zur Bildung der Mineralien auf den Klüften geführt haben, die Ursache dieser weitgehenden Umwandlungen sind. Und dass diese Gesteine sei es durch Umbildung des Serpentins, sei es ohne dieses Zwischenglied durch directe Umänderung des urprünglichen Peridotits hervorgegangen sind, das zeigt die Untersuchung an Ort und Stelle aufs Klarste. Die Lagerstätte der Mineralien auf der Burgumer Alp ist ebenso eng mit dem Serpentin verknüpft und in derselben Weise ausgebildet, wie diejenigen am Rothenkopf im Zillerthal oder an der Schwarzen Wand in der Scharn, nur dass in letzteren die gangförmigen Mineralneubildungen und die Umbildungen des ganzen Gesteins zu den verschiedenen Silicatgemengen verhältnissmässig vereinzelt auftreten, während dagegen das Vorkommen derselben auf der Burgumer Alp ein so massenhaftes und die Einwirkung auf die Gesteine so intensiv ist, dass man manchmal erst bei genauer Beobachtung den Zusammenhang mit dem Serpentingestein findet und bei den Untersuchungen, welche nur am Handstück und im Laboratorium angestellt werden, zu vollständig unrichtigen Resultaten gelangt.

Der Serpentin selbst ist hier wie überall in den betrachteten Vorkommnissen aus den Centralalpen in der Hauptsache Antigoritserpentin, welcher zum Theil massige Ausbildung besitzt und dann wie gewöhnlich ein dunkelgrünes, zähes Gestein darstellt. Doch sind hier schiefrige und schalige Varietäten mehr verbreitet, welche meist lichter gefärbt sind und unter dem Einfluss der Atmosphärilien zu einem schaligen Grus zerfallen. Stellenweise findet man auch auf diesen verwitternden Gesteinen hervorragende Zapfen, welche eine Art Flaserung hervorbringen und Reste des ursprünglichen Augits sind. Unter dem Mikroskop erkennt man bald sehr feinschuppige, bald gröberschuppige Aggregate von Antigorit in normaler Ausbildung, manchmal gemengt mit Talk und durchspickt von kleinen Tremolitnadeln, dazu kommen noch überall zerfetzte Partieen und kleine Krystalle schwarzer Erze. Wo noch Reste von Augit vorhanden sind, enthalten dieselben häufig die parallelorientirten, opaken Einschlüsse auf den stets wohl erkennbaren Spaltflächen und sind randlich zerfetzt und angefressen; trübe, körnige Partieen, welche verhältnissmässig selten sind, gleichen in ihrem Aussehen den letzten Ueberbleibseln von Olivin, wie sie in anderen Gesteinen vorhanden sind. Neben dieser

normalen Ausbildung von Antigoritserpentin finden sich hier auch gefleckte Gesteine, welche unter dem Mikroskop Partieen von Chrysotil mit Maschenstructur und Olivinkörnern erkennen lassen, wie sie typischer kaum bekannt sein dürften. (Vergl. Fig. 5 auf Tafel II.) Man kann dann von der auf Rissen des Olivins beginnenden Bildung von Chrysotil bis zu der völligen Umwandlung des Minerals alle Stadien verfolgen. Zwischen diesen Partieen finden sich Schnüre von Antigoritserpentin, welcher meist feinschuppig ist und ein ziemlich regelloses Aggregat darstellt. Ob beide aus Olivin entstanden sind, oder ob der letztere aus Augit hervorging, ist in den Präparaten nicht zu erkennen, doch ist bei den stellenweise ziemlich bedeutenden Resten von Olivin in dem Chrysotilserpentin das erstere wahrscheinlich, zumal sich im Antigorit hin und wieder die trüben Körneraggregate finden.

Von ganz besonderem Interesse aber ist hier das Auftreten der Mineralneubildungen, welche an keinem der anderen Serpentine so massenhaft und in so mannigfaltiger Ausbildung vorhanden sind. Ich möchte zunächst betonen, dass dieselben sich auf mehr oder weniger breiten Adern und Klüften angesiedelt haben, von welchen aus in allen Fällen das Gestein sehr weitgehend umgewandelt wurde, und dass hier weder Adern im unveränderten Serpentin noch auch veränderter Serpentin ohne dieselben aufgefunden werden konnten. Die Mineralparagenesis ist hier die gleiche wie am Rothenkopf, nur dass Titanit und Apatit eine bedeutend grössere Rolle spielen und Zirkon neu hinzutritt. Ausser diesen Mineralien finden sich auf den Gängen und ebenso als Bestandtheile der Gesteine verschieden gefärbte Kalkgranaten, von welchen vor Allem ein makroskopisch schwarzer, im Dünnschliff tiefbraun durchsichtiger Melanit mit einem Gehalt an Titansäure ziemlich häufig vorkommt, sodann Chlorit, Vesuvian, Diopsid, Epidot, Calcit und Magnetit.

In allen Gesteinen ist Chlorit vorhanden, welcher in einem Theil der Vorkommnisse den Hauptbestandtheil bildet, während er in anderen wieder sehr in den Hintergrund tritt. Er kommt zumeist in grösseren Tafeln vor, welche kräftigen Pleochroismus besitzen, seltener in wirrschuppigen Aggregaten; auf den Klüften findet er sich oft in prachtvoll ausgebildeten Krystallen. Ausserordentlich intensiv sind an diesem Mineral die Wirkungen des Druckes, wodurch namentlich die grösseren Tafeln verstaucht, gebogen und gewunden erscheinen und nie einheitlich auslöschen. Dagegen konnte in keinem dieser umgewandelten Gesteine ein Mineral von den optischen Eigenschaften des Antigorits nachgewiesen werden. Nächst dem Chlorit die häufigsten Bestandtheile dieser Bildungen sind Granat und Vesuvian, welche aber nicht in allen Fällen mit wünschenswerther Sicherheit auseinandergehalten werden können. Der Vesuvian bildet, wo er als Gemengtheil der Gesteine auftritt, verhältnissmässig grosse, rundliche Partieen, welche im gewöhnlichen Licht einheitlich erscheinen, im polarisirten aber als Aggregate winziger Körner zu erkennen sind, welche undulös auslöschen, zum Theil Zonarstructur zeigen und gewöhnlich wieder die eigenartigen Polarisationsfarben geben. In Folge der unklaren Erscheinung der optischen Verhältnisse ist man oft in Zweifel, ob es sich in einem bestimmten Fall um Vesuvian oder Granat handelt, zumal der erstere

hier auch einen Stich ins Bräunliche besitzt. Etwas deutlicher ausgebildet ist der Vesuvian auf den Klüften, wo er in gedrungen prismatischen Krystallen vorkommt, welche einheitlich auslöschen; diese Krystalle sind fast stets zonar aufgebaut aus Schichten verschiedener Doppelbrechung, welche verschiedene der anomalen Interferenzfarben erkennen lassen, und sie geben im convergenten Licht ein verwaschenes Kreuz im gelben Gesichtsfeld.

Wo der Granat sicher vom Vesuvian zu unterscheiden ist, bleibt er zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel und zeigt selbst bei Anwendung empfindlicher Blättchen keine Einwirkung. Auch dieses Mineral bildet stets ganz unregelmässig umgrenzte Partieen von licht- bis dunkelbrauner, selten grasgrüner Färbung, wobei man häufig eine lichte Randzone um einen dunklen Kern wahrnimmt, welch letzterer dieselbe unregelmässige Form hat wie das ganze Gebilde. Der Diopsid ist etwas seltener, findet sich aber meist in etwas besser ausgebildeten Krystallkörnern, welche zum Theil prismatischen bis nadeligen, zum Theil mehr tafelförmigen Habitus besitzen. An demselben treten in besonderer Schönheit die Wirkungen des Druckes hervor, indem die mehr säulenförmigen Krystalle gebogen erscheinen und undulöse Auslöschung haben, die tafligen aber in unregelmässig abgegrenzte Felder zersprengt sind. Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle, die auch in den übrigen Mineralien dieser Gesteine vorkommen, sind im Diopsid in besonderer Menge und Deutlichkeit zu beobachten, sie zeigen theils rundliche Umrandung, theils die Form negativer Krystalle. Verhältnissmässig selten ist hier der Epidot, welcher im Dünnschliff stets in länglichen, farblosen Durchschnitten erscheint. Sehr verbreitet ist dagegen der Titanit, zum Theil in einzelnen, wohlausgebildeten Krystallen, zum Theil in Form von Haufwerken von Körnern, welche kaum durchsichtig werden. Neben diesen Silicatmineralien spielt Apatit mit einem ziemlichen Fluorgehalt eine bedeutende Rolle. Derselbe findet sich in kurzprismatischen, gerundeten Krystallen; ausserdem sieht man unregelmässig geformte Körner opaker Erze und körnige Aggregate von Kalkspath fast überall. In einem Vorkommniss wurde auch Quarz beobachtet, welcher die Ausfüllung von Klüften in einem dichten, hornsteinähnlichen Granatfels bildet und scharf begrenzte, winzige Kryställchen eines lichten Granats umschliesst.

Die Mengenverhältnisse dieser Mineralien sind sehr wechselnde, so dass sich eine grosse Anzahl verschiedener Varietäten herausbildet, und makroskopisch fast jedes Handstück von dem andern abweicht. Chlorit ist in allen in grösserer oder geringerer Menge enthalten, ebenso Apatit, Titanit und Erze und zumeist auch Kalkspath, während Granat, Vesuvian, Diopsid und Epidot sich gegenseitig vertreten. In einzelnen Varietäten findet sich neben den zuerst genannten Mineralien fast ausschliesslich Vesuvian und neben demselben wenig Granat. Die so zusammengesetzten Gesteine sind zäh und schwer und haben bräunlich-grüne Farben, auf den Bruchflächen sieht man fast stets die schimmernden Spaltflächen der Chloritblättchen. Wo Diopsid in grösserer Menge hinzutritt, bilden sich gerne verschieden zusammengesetzte Flasern aus, von welchen die einen den eben besprochenen Vorkommnissen ähnlich sind, die andern

makroskopisch grünlichweiss und etwas faserig erscheinen und aus vorherrschendem Diopsid bestehen; beide sind oft durch chloritreiche Lagen getrennt. Wo sie direct in einander übergehen, liegen langprismatische Krystalle von Diopsid in einer Granatgrundmasse, welche sie nach allen Richtungen durchschneiden und dadurch ein Bild hervorbringen, welches der Erscheinung der ophitischen Structur nicht unähnlich ist. Durch Eintritt des schwarzen Melanits wird die Farbe des Gesteins dunkler braun, bis endlich schwarze Aggregate von Melanit sich herausbilden, in welchen unter dem Mikroskop neben diesem nur Chlorit nachgewiesen werden kann. Ausserdem kommen Vesuviandiopsidfelse von hornsteinähnlicher Beschaffenheit und lichtgrünen Farben vor, welche auch häufig durch Beimengung von braunem Granat in einzelnen Lagen gebändert erscheinen; bei diesen Gesteinen kann man wie bei anderen ähnlichen Vorkommnissen hin und wieder beobachten, wie Vesuvian, Diopsid, Granat und Chlorit von Rissen und Spaltflächen aus in grössere Krystalle eines diallagartigen Augits eindringen. Endlich wurden hier röthlichbraune, gleichfalls sehr dichte Granatfelse beobachtet, welche makroskopisch wie Karneol aussehen und von seltenen Quarzadern durchsetzt sind, in welchen scharf ausgebildete, winzige Dodekaëder eines sehr lichten Granats vorkommen, wie dies Fig. 5 der Tafel III erkennen lässt; sie erscheinen gebändert, lassen aber sonst keine Structur erkennen. Alle diese verschiedenen Gesteine, deren Aussehen und Habitus fast von Stück zu Stück wechselt, sind nun durchsetzt von einem Netzwerk von Klüften und Adern, welche denselben manchmal einen breccienähnlichen Charakter verleihen, und auf welchen die in den Gesteinen vorhandenen Mineralien, meist in etwas besser ausgebildeten Individuen sich angesiedelt haben. Zu diesen kommt noch, verhältnissmässig selten allerdings, der Zirkon, welcher in den Gesteinen selbst nirgends nachgewiesen werden konnte. Es ist in ganz besonders charakteristischer Weise zu beobachten, dass überall, wo diese Adern von Mineralaggregaten vorkommen, keine Spur von Serpentin vorhanden ist, sondern dass überall Chlorit im Gemenge mit den verschiedenen anderen Silicaten die Gesteine zusammensetzt, welche erst allmählich in grösserer Entfernung von den durch das Aderwerk durchsetzten Partieen in reinen Serpentin übergehen, der sowohl gegen den Fuss der Wildkreuzspitze als gegen die Höhe des Burgumer Berges zu, dort in mehr massiger, hier in mehr schiefriger Form vorhanden ist und dann keine Neubildung von Mineralien auf Klüften zeigt. Durch all diese Verhältnisse wird es wahrscheinlich gemacht, dass nicht sowohl durch Auslaugung des Gesteins bei dem Process der Serpentinisirung diese Mineralgänge entstanden, sondern dass vielmehr die Lösungen, welche die letzteren bildeten, von den Klüften aus die Umwandlung der Gesteine veranlassten.



Schlussfolgerungen.

Die Ergebnisse dieser neuen an einem reichhaltigen Material angestellten Untersuchungen stehen insofern mit den Resultaten meiner früheren Studien an den Serpentinen des Gross-Venedigerstockes in vollkommenem Einklang, als das hauptsächlichste Resultat, zu welchem ich damals gekommen war, dass diese Gesteine der Reihe der krystallinen Schiefer nicht angehören, sondern dass sie vielmehr als Umwandlungsproducte intrusiver Gesteine anzusehen sind, aufs Neue durch eine grosse Anzahl von Thatsachen gestützt wird, zu deren Erklärung die Herbeiziehung anderer Hypothesen nicht ausreichend ist. Es wird aber durch die vielen neuen Funde, welche ausführlicher beschrieben wurden, der Gesichtskreis bedeutend erweitert, und vieles, was die früheren an verhältnissmässig sehr gleichartig ausgebildeten Vorkommnissen durchgeführten Arbeiten unklar liessen, wurde vollkommen klargestellt.

Was zunächst die Erkenntniss der ursprünglichen Gesteine betrifft, als deren Abkömmlinge wir wohl alle im Obigen behandelten Serpentingesteine ansehen müssen, so war diese bei dem damaligen Stande des Wissens und dem aus einem engumgrenzten Gebiete gewonnenen Material einfach unmöglich. Die falsche Auffassung, dass vorherrschend Pyroxenite die Urgesteine der Serpentine gewesen seien, war in vollständiger Uebereinstimmung mit allen an diesen Gesteinen angestellten Beobachtungen und leitete sich vor Allem von dem auch von vielen anderen gemachten Trugschluss her, dass der Serpentin aus demjenigen Mineral hervorgegangen sein müsse, welches noch in Resten in demselben vorhanden ist, während in der That in sehr vielen Fällen der ganze ursprüngliche Gehalt des Gesteins an Pyroxen erhalten geblieben sein dürfte, und der Olivin, früher der hauptsächlichste Gemengtheil weitaus der meisten dieser Vorkommnisse, in denselben fast stets spurlos oder mit Hinterlassung äusserst dürftiger, an und für sich kaum zu deutender Reste verschwunden ist. Erst durch die Auffindung der eigenartigen Olivingesteine des Stubachthales, welche ich wegen des hervorragenden Interesses, welches diese Bildungen für die chemische Geologie im Allgemeinen und speciell für die Erkenntniss des Processes der Serpentinbildung besitzen, mit einem besonderen Namen belegte und nach dem Ort ihres Vorkommens als **Stubachite** bezeichnete, bewies aufs Klarste, dass die frühere Annahme eine irrige war, und dass, wie zuerst Becke an den Gesteinen des Rettenkopfs nachwies, Olivin zur Entstehung von Antigoritserpentin Anlass geben kann. Die Vorkommnisse des Rettenkopfs aber sowohl als in noch höherem Maasse diejenigen, welche an den Todtenköpfen im obersten Stubachthal gesammelt wurden, lassen den Grund dieser Erscheinung mit ziemlicher Deutlichkeit erkennen und zeigen, dass die Antigoritbildung in Gesteinen vor sich ging, welche als unzweifelhaft primäres Mineral schon Antigorit enthielten. Wenn man die Art des Auftretens dieses Minerals in den frischesten Gesteinsproben von den Todtenköpfen sich noch einmal vor Augen führt, wenn man

sieht, wie grosse einheitliche Tafeln desselben in regelmässiger Verwachsung mit vollständig frischem Olivin sich finden, wie diese Tafeln die Körner des Olivins in gesetzmässiger Weise durchschneiden, ohne dass irgend eine Spur beginnender Zersetzung an dem letzteren zu beobachten ist, so kann doch nur die einzige Erklärung Anspruch auf allgemeine Annahme machen, dass nämlich Olivin und Antigorit vollständig gleichzeitiger Bildung sind. Bei irgend einer Form der Umwandlung, sei es, dass man dieselbe auf wässrigem Wege vor sich gegangen denkt, sei es, dass man den Versuch macht, die bei der Gebirgsbildung freiwerdenden chemischen und physikalischen Kräfte zu einer Erklärung derselben in Anspruch zu nehmen, müsste in allen Fällen das entstehende Bild ein durchaus anderes sein, als es in der That ist. Die merkwürdige Erscheinung, dass der Antigorit die in ungewöhnlich vollkommener Weise vorhandenen Spaltflächen des Olivins geradezu vermeidet, dass er auf den Grenzen zwischen den einzelnen Körnern ebenso fehlt wie auf jenen Flächen, auf welchen durch die Einwirkung des Gebirgsdrucks eine innere Verschiebung einzelner Theile des Olivins stattgefunden hat, dass er vielmehr parallel gewissen anderen Flächen, vor Allem parallel dem Doma (011), nach welchem weder eine Spur von Spaltbarkeit noch sonstige Andeutung einer besonders leichten Zugänglichkeit des Minerals vorhanden ist, mit grosser Constanz und in stets wohlausgebildeten Tafeln auftritt, ist nur als primäre Verwachsung zu erklären. Aus dieser Form der Verwachsung von Olivin und Antigorit, welche meiner Ansicht nach in allen Fällen den Anlass zur Umwandlung der Gesteine in Antigoritserpentin gab, ist mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit eine Erklärung für die eigenartige Erscheinung der „Gitterstructur“ zu geben, welche überall als charakteristisch für Antigoritserpentin angesehen wird, als durch die frühere Annahme, nach welcher vor Allem die parallele Ablagerung des Zersetzungsproductes auf den Spaltflächen eines Pyroxenminerals als Grund dieser Erscheinung angesehen wurde. Ich selbst konnte in den gesammten, hier ausführlich beschriebenen Serpentinvorkommnissen ebenso wenig wie in vielen anderen, welche mir bekannt geworden sind, die Beobachtung machen, dass echte Gitterstructur in der vollkommenen Ausbildung, wie sie die meisten der besprochenen Gesteine zeigen, bei der Umwandlung eines Pyroxenminerals in Serpentin entsteht, sondern vielmehr lassen die Endproducte derartiger Veränderungen meist keine besonders wohlausgebildete Structur erkennen und weisen höchstens mehr oder weniger parallelschuppige Aggregate auf, in denen die charakteristischen grösseren Tafeln von Antigorit, welche die hervortretendste Erscheinung der „Gitterstructur“ bilden, stets und immer fehlen. Die Möglichkeit einer primären Verwachsung von Pyroxen und Antigorit, welche zu ganz ähnlichen Producten führen müsste, kann ich natürlich nicht leugnen, beobachtet aber habe ich derartiges nicht. Inwiefern die weitere Umbildung der Gesteine in Antigoritserpentin mit dem Gebirgsdruck in Zusammenhang gebracht werden kann, ist wieder eine Frage für sich, deren Lösung aber, wenigstens durch andere als rein theoretische Erwägungen, zunächst kaum zu erwarten ist. Jedenfalls ist fast stets deutlich ein Unterschied zu constatiren zwischen dem primär vorhandenen, mit dem Olivin in gesetzmässiger Weise

verwachsenen Antigorit und denjenigen Partieen desselben Minerals, welche durch secundäre Einflüsse von den Rändern und Klüften der einzelnen Körner sich in denselben ausgebildet haben; die ersteren sind stets grössere, wohlausgebildete Tafeln, welche in dieser Form auch in den völlig umgewandelten Gesteinen zu erkennen sind, die letzteren bilden mehr oder weniger feinschuppige, wirre Aggregate. Das Vorkommen von Gesteinen, in welchen ursprünglicher Antigorit nicht beobachtet wurde, wie gewisser Proben vom Rettenkopf, die Ausbildung von Chrysotil in körnigem, antigoritfreiem Olivinfels der Todtenköpfe und endlich der Nachweis von normalen Chrysotilserpentinen an einer ganzen Anzahl der verschiedenen Fundorte, welcher hier zum erstenmale geliefert wurde, lassen jedenfalls den Zusammenhang zwischen dem Gebirgsdruck und der Umwandlung der Gesteine zu Antigoritserpentin nicht als einen directen erscheinen.

Als Resultat all dieser Betrachtungen ergibt sich, dass die untersuchten Antigoritserpentine der östlichen Centralalpen Umwandlungsproducte von Gesteinen darstellen, welche ursprünglich aus Olivin und Antigorit, zumeist in gesetzmässiger Verwachsung, und einem Chromspinell bestanden, zu welchen in einzelnen Vorkommnissen ein Pyroxenmineral von den Eigenschaften des Diallags tritt, das hin und wieder den vorherrschenden Gemengtheil der Gesteine bildete; all die verschiedenen Varietäten, welche so entstehen, bezeichne ich als Stubachite, sicher nachweisbare Abkömmlinge derselben, wie sie in den meisten der besprochenen Vorkommnisse vorliegen, als Stubachitserpentine.

Im Anschluss hieran möchte ich noch eine zweite Frage erörtern, welche, wie mir scheint, in meiner früheren Arbeit gleichfalls nicht durchaus richtig gelöst wurde, und das ist die Frage nach den Structurformen der ursprünglichen Gesteine. Bei verschiedenen Autoren finden sich ebenso wie in meiner früheren Arbeit Beschreibungen feinschuppiger oder radialfaseriger Gebilde einestheils, welche als Pseudomorphosen nach glasigen, sphärolithischen Erstarrungsproducten gedeutet wurden, von Porphyrstructuren andererseits, wobei ein Unterschied zwischen frischen Einsprenglingen und einer meist serpentinisirten Grundmasse hervorgehoben wird. Was die ersteren Bildungen betrifft, so dürfte die Krystallisationsfähigkeit eines Magnesiasilicatmagmas eine viel zu hohe sein, um eine glasige Erstarrung als möglich erscheinen zu lassen. Zwei Laboratoriumsversuche, eine einfache Frittung von pulverisirtem Stubachitserpentin ebenso wie eine Schmelzung desselben mit darauffolgender rascher Erstarrung lieferten annähernd holokrystalline, körnige Aggregate von Olivin, und die Bildung eines derartigen Gesteins dürfte doch wohl kaum unter Verhältnissen vor sich gegangen sein, welche einer krystallinen Entwicklung noch weniger günstig waren. Die radialfaserige Ausbildung ist also als secundär anzusehen. Das Vorkommen von porphyrischen Structuren ist nicht ebenso unwahrscheinlich, in den hier untersuchten Gesteinen wurden sie indessen nicht nachgewiesen, vielmehr sprechen alle Beobachtungen dafür, dass die ursprünglichen Stubachite mittelkörnige Gesteine von holokrystalliner, allotriomorph körniger Ausbildung waren.

Wenn wir uns nun eingehender mit der Frage nach der Entstehung dieser Gesteine beschäftigen, so müssen wir dabei vor Allem zwei Punkte berücksichtigen, einestheils die Art des Auftretens und der Ausbildung der Gesteine selbst, anderntheils die Mineralneubildungen, welche dieselben begleiten. Die Art des Auftretens dieser Vorkommnisse trägt ebensowenig das Charakteristische echter Schiefergesteine an sich wie das Aussehen und der Habitus der einzelnen Varietäten. Man findet den Serpentin in den östlichen Centralalpen in vollständig regelloser Vertheilung in den verschiedensten Schichtencomplexen eingelagert, und die Form, in welcher er auftritt, ist stets die einer schlauchförmigen Einlagerung zwischen den Schichten der krystallinen Schiefer. Durchgreifende Lagerungsformen sind dabei, wenn sie überhaupt mit Sicherheit nachgewiesen werden können, jedenfalls ausserordentlich selten. Diese Erscheinung, sowie vermeintliche Uebergänge zwischen Serpentin und Schiefergestein, welche von einer Anzahl Autoren gerade für die hier behandelten Serpentine angegeben werden, waren wohl auch der einzige Grund, dass man Gesteine, welche mit anerkannten Gliedern der massigen Gesteinsreihe, den umgewandelten Peridotiten, vollständige chemische und petrographische Analogie zeigen, bei den krystallinen Schiefern einreihte. Ich muss hier aufs Neue betonen, dass an keinem der untersuchten Serpentinvorkommnisse auch nur eine Andeutung eines Ueberganges zwischen Serpentin und Schiefer beobachtet werden konnte, dass beide vielmehr stets und überall in vollständig scharfer Weise von einander geschieden und gegen einander abgegrenzt sind, wie es derartig heterogene Dinge eben sein müssen. Die Form des Auftretens, das Fehlen von gangförmigen Bildungen und Apophysen würde, die Annahme von der intrusiven Natur der Stubachite als richtig vorausgesetzt, damit zu erklären sein, dass dieselben in einem wenig leichtflüssigen Zustand in Hohlräume eingepresst wurden, welche dadurch entstanden, dass bei der Aufstauung des Gebirges die Schichten sich namentlich an solchen Stellen lösten, wo Gesteine an einander grenzten, welche der Umbiegung und Faltung verschieden starken Widerstand entgegensetzten, und so finden wir in der That auch, dass z. B. die Serpentinvorkommnisse an der Südseite des Venedigerstockes fast stets an der Grenze zwischen Chloritschiefer und Kalkglimmerschiefer vorhanden sind. Es spricht somit die Form des Auftretens nicht gegen die intrusive Entstehung und die geologische Verbreitung der Gesteine in oft mächtigen, aber rasch sich auskeilenden Einlagerungen in den verschiedensten Horizonten ist durchaus nicht in Uebereinstimmung mit derjenigen normaler krystallinischer Schiefer. Auch der petrographische Habitus ist abweichend von demjenigen krystalliner Schiefer und weist geradezu auf die Zugehörigkeit der Stubachite zu den massigen Gesteinen hin. Die Gesteine entbehren in allen Fällen einer Schichtung vollständig und sind durchaus massig ausgebildet; das Auftreten geschieferter Varietäten ist entweder an nur wenig mächtigen Vorkommnissen oder gegen den Contact mit den umgebenden Gesteinen zu beobachten, eine Erscheinung, welche die Stubachite mit einer grossen Anzahl massiger Gesteine gemeinsam haben. Wo eine Schichtung aufzutreten scheint, lässt sich in allen Fällen nachweisen, dass dies eine durchaus secundäre Erscheinung ist, wobei durch die von den Klüften aus fort-



schreitende Serpentinisirung des durch den Gebirgsdruck zersprengten Gesteins ein Eindruck hervorgerufen wird, welcher im Kleinen wohl manchmal einer Schichtung nicht unähnlich ist, im Grossen aber stets als etwas von dieser durchaus Abweichendes erkannt wird, indem die einzelnen Lagen mit einander in mannigfaltigster Weise durch Querglieder verbunden sind und sich wieder verästeln; das so entstehende Bild ist vielmehr dasjenige einer Maserung. Dazu kommt die stets richtungslos körnige Structur der nichtumgewandelten Gesteine und die Art der Vertheilung der verschieden zusammengesetzten Partieen, welche gleichfalls nicht als Schichtung bezeichnet werden darf, sondern vielmehr Aehnlichkeit besitzt mit der schlierenartigen Spaltung, welche bei basischen Massengesteinen eine so weit verbreitete Erscheinung ist. Der mineralische Bestand der Stubachite, das Auftreten des hydroxylreichen Silicates als primärer Bildung in denselben, mag wohl bei einer ersten Betrachtung für ein intrusives Gestein merkwürdig erscheinen; wenn man indess die eigenartige Bildung der Gesteine, die Krystallisation derselben während der Faltung des Gebirges und unter den dabei wirkenden ungewöhnlichen Spannungsverhältnissen bedenkt, so wird von chemischem Standpunkt aus wenigstens in dem Auftreten von primärem Antigorit in ihnen kein Beweis gegen ihre Erstarrung aus einem wasserhaltigen Schmelzfluss zu finden sein, zumal wenn man überlegt, wie weit verbreitet in den normalen Massengesteinen Mineralien sind, an deren Constitution das Wasser theilnimmt. Die verschiedenartigen Mineralcombinationen, welche diese Vorkommnisse begleiten, und deren petrographischer Charakter im Obigen eingehend auseinandergesetzt wurde, bilden aber einen directen Beweis für die anogene Entstehung der Stubachite. Ich muss hier noch einmal betonen, dass all diese Mineralneubildungen mit ihren prachtvollen und wohlcharakterisirten Minerallagerstätten ausschliesslich in Begleitung der Serpentine vorkommen, und dass ähnliche Bildungen den krystallinen Schiefern vor Allem vollständig fehlen, aber auch im Bereiche des Centralgranits nur mit weit abweichender Mineralparagenesis beobachtet wurden. Jedenfalls ist in dem ganzen von mir genauer untersuchten Gebiet keine Andeutung derartiger Umwandlungen in regionaler Ausbildung vorhanden, und damit fällt auch die Theorie der Entstehung derartiger Bildungen durch irgend eine Form der regionalen Metamorphose. Man wird vielmehr die Entstehung dieser mit den Serpentinen aufs Engste verknüpften Neubildungen mit der Entstehung derselben in genetischen Zusammenhang bringen müssen; es waren unzweifelhaft die Dämpfe und Gase, welche die Intrusion des Serpentins begleiteten, die zur Entstehung der Kalksilicathornfelse Anlass gaben, und den der Eruption folgenden Processen pneumatolytischer oder pneumatohydatogener Art wird man die Neubildungen in den Serpentinen selbst zuzuschreiben haben. Und dass beide Processe in einander übergreifend zu denken sind, das beweist schon das häufige Auftreten von Adern der Silicatmineralien in den Contactgesteinen.

Die weitverbreiteten Mineralneubildungen an den besprochenen Gesteinen sind zum Theil nach ihrem geologischen Vorkommen als echte Contactbildungen anzusehen, wofür die charakteristischsten Beweise in den Vorkommnissen der Umgebung von

Prägraten, sowie des Hackbrettl im Stubachthal, in weniger deutlicher Form aber auch in den eigenartig modificirten Gneissen vorliegen, welche am Rettenkopf im Stubachthal, ebenso wie am Rothenkopf, Ochsner und Greiner im Zillerthal beobachtet wurden. Die geologische Deutung derselben wird schon durch den Befund im Felde klar gemacht, und die Beschaffenheit der Gesteine ist diejenige echter Contactgesteine; die mit diesen Vorkommnissen in Verbindung stehenden Minerallagerstätten kann man direct als Contactlagerstätten bezeichnen, welche ihre beste Ausbildung an den drei im Obigen beschriebenen Vorkommnissen der Umgebung von Prägraten besitzen.

Die Zusammensetzung dieser Gesteine weist zum Theil Kalkthonerdesilicate, zum Theil Kalkmagnesiasilicate auf, Mineralien, welche überall als charakteristische Contactbildungen in thonigen und dolomitischen Kalken entstehen. Der ursprüngliche Bestand des Kalkglimmerschiefers, aus welchem die am besten charakterisirten Hornfelse hervorgegangen sind, zeigt ganz andere Mineralien; wir haben in demselben ein holokrystallines Aggregat von Quarz, dolomitischem Kalkspath, sowie einem sericitartigen Glimmer, und es fehlen demselben die den Contact bezeichnenden Mineralien, vor Allem Granat, Vesuvian und Diopsid in der ganzen übrigen Ausdehnung vollständig. Der Process der Umkrystallisation dieser ursprünglich schon krystallinen Gesteine geht also von einem Material aus, welches in chemischer Beziehung grosse Uebereinstimmung mit Mergeln und sonstigen unreinen Kalken besitzt, und dementsprechend ist auch das Endproduct ganz das normale. Es entstehen so zum Theil reine Silicatfelse, wie an der Goslerwand, Eichamwand etc., zum Theil grobkörnige Kalke, in welchen Silicate in einzelnen Körnern eingesprengt sind. Die reinen Silicatfelse sind fast stets cavernös ausgebildet und sind die hauptsächlichsten Fundstellen der Contactmineralien, da hier bei der Umkrystallisation der grösste Substanzverlust in Folge Verdrängung der Kohlensäure durch Kieselsäure stattgefunden hat, während dagegen in den körnigen Kalken solche Hohlräume nicht vorhanden sind. Ob allerdings die ganze Menge der Kieselsäure, Thonerde etc. schon in allen Fällen ursprünglich dem Gestein angehörte, oder ob die Lösungen, welche die Umkrystallisation hervorbrachten, mit diesen Substanzen beladen waren, ist direct nicht zu entscheiden. Wie aus dem Folgenden überzeugend hervorgeht, folgten aber der Intrusion des Stubachitmagmas und der Erstarrung desselben langandauernde Epochen postvulcanischer Thätigkeit, während welcher Kieselsäure, Thonerde, Kalk und Magnesia in grossen Mengen zugeführt wurden, welche wohl nicht in allen Fällen ihre umwandelnde Kraft in dem Peridotit allein bethätigten, sondern auch den umgebenden Gesteinen Substanzen zuführten; sind ja doch diese oft von massenhaften Adern mit krystallisirten Mineralien durchsetzt, welche denjenigen im Serpentin selbst durchaus entsprechen. Bei diesen letzteren Bildungen müssen wir zwei verschiedene Formen getrennt betrachten, von welchen die eine am schönsten in dem Stubachit der Todtenköpfe, weniger deutlich in dem des Rettenkopf im Stubachthal auftritt, während die andere an den Serpentinen des Hackbrettl im Stubachthal, der Scharn im Hollersbachthal, des Rothenkopf, Ochsner und Greiner im Zillerthal, sowie in besonders schöner und mannigfaltiger Ausbildung auf der

Burgumer Alpe in Pfitsch studirt werden kann. Die ersteren Neubildungen zeigen vorherrschend Olivin, Antigorit, Calcit und Diopsid und wurden im verhältnissmässig frischen Olivinfels beobachtet, die letzteren führen dieselben Mineralien, wie die Contactgesteine und treten nur in den völlig zu Serpentin umgewandelten Gesteinen auf, welche sie noch weiter modificiren.

Diejenigen Neubildungen auf den Klüften der Stubachite, in welchen Olivin eine bedeutende Rolle spielt, finden sich zum Theil auf unzersetztem Gestein, zum Theil aber ist die Unterlage derselben vollständig in Serpentin umgewandelt oder es liegen Zwischenproducte in denselben vor. Dazu sind diese Gänge und Adern stets scharf von dem Hauptgestein getrennt, irgend eine Beeinflussung des letzteren durch die den Absatz bewirkenden Agentien ist nirgends zu beobachten. Auf diesen Gängen findet sich frischer Olivin zum Theil in mehrere Zoll langen prismatischen Krystallen mit Antigorit in Kalkspath oder Asbest eingewachsen, welch letztere häufig die Hauptmasse bilden, in anderen Fällen aber wieder ganz fehlen. Die Mächtigkeit derselben ist zum Theil ziemlich bedeutend — Gänge von $^1/_4$—$^1/_2$ m sind nicht gerade selten — sie finden sich aber auch bis zu mikroskopischer Feinheit, wobei sie sich durch das ganze Gestein verästeln. Wenn man die Bildung dieser Gänge zu erklären versucht, wird man wohl annehmen müssen, dass die Gesteine, in welchen dieselben vorkommen, zur Zeit der Entstehung der ersteren schon in dem Zustand der Umwandlung sich befunden haben, in welchem sie heute vorliegen, da es sonst nicht wohl denkbar wäre, dass diese feinen Aederchen von frischem Olivin in dem sich zersetzenden Olivinfels erhalten blieben, sondern dieselben wären unfehlbar demselben Process der Serpentinisirung anheimgefallen, welcher das Gestein ergriff. Sodann aber glaube ich, nicht mit Unrecht annehmen zu dürfen, dass die Bildungsbedingungen dieser die gesetzmässigen Verwachsungen von Olivin und Antigorit in grosser Schönheit zeigenden Gänge nicht allzusehr von denjenigen des ursprünglichen Gesteines abweichen, dass man in diesen also jedenfalls kein Product vor sich hat, welches aus den in die Gesteine infiltrirten atmosphärischen Gewässern krystallisirt ist; ausserdem finden sich auch in diesen Ausfüllungsmassen Spuren von Kataklase, welche auf die Fortdauer der gebirgsbildenden Processe nach ihrer Entstehung hindeuten. Da nun einestheils die Umwandlung von Stubachit zu Serpentin an einzelnen Stellen vollendet war, als sich dort Mineralneubildungen absetzten, diese letzteren aber nur in Zusammenhang mit den sogenannten postvulcanischen, wahrscheinlich pneumatohydatogenen Processen zu bringen sind, wird man auch die Umwandlung der Stubachite in Serpentin in die der Erstarrung unmittelbar folgenden Zeiträume verlegen müssen und in dieser gleichfalls das Ergebniss irgend einer Art vulcanischer Thätigkeit erkennen. Um den Vorgang kurz zu skizziren, haben wir für die Erklärung der Vorkommnisse von Stubachit und Stubachitserpentin folgende Annahmen zu machen. Während der Aufstauung des Gebirges wurden an Stellen geringen Widerstandes die Schichtfugen der Schiefer gelöst, und in die so entstandenen Hohlräume wurde ein viscoses Magnesiasilicatmagma eingepresst, welches unter der mächtigen Spannung zu Olivin und Antigorit erstarrte. Dass

die meisten der Gesteine ursprünglich diese Zusammensetzung hatten und nicht etwa Serpentin als solcher in reinem Zustand sich ausbildete, wird durch die in den meisten derselben so deutlich charakterisirte Gitterstructur bewiesen. Das verfestigte Gestein wurde, da die Faltung des Gebirges fortdauerte, theilweise zermalmt, und von den so gebildeten Fugen und Klüften aus wurde durch die der Intrusion folgenden, aus der Tiefe aufsteigenden Gase und Dämpfe der Process der Umwandlung in Serpentin eingeleitet. Diesen Zustand im Werdeprocess der Serpentine bezeichnen die gemaserten Vorkommnisse des Rettenkopfs und der Todtenköpfe. Einen dritten Abschnitt endlich zeigen die Neubildungen von Olivin, Antigorit, Diopsid, Calcit, Asbest, Magnetit etc. auf den Klüften an, welche die letzte Bethätigung der vulcanischen Thätigkeit, die wohl in Form heisser Lösungen erfolgte, darstellen. Dass diese zumeist reines Magnesiasilicat führenden Lösungen den fertig gebildeten Serpentin oder den frischen Stubachit nicht beeinflussten, dürfte nichts Auffallendes an sich haben, es fehlen daher hier die Einwirkungen auf das Nebengestein der Gänge vollständig, welche bei der zweiten Gruppe dieser Mineralneubildungen in den Stubachitserpentinen so ausserordentliche Bedeutung erreichen.

Diese zweite Gruppe von Mineralneubildungen weist überhaupt schon durch ihr Vorkommen darauf hin, dass die chemisch-geologischen Processe, welche bei ihrer Entstehung vor sich gingen, noch intensivere waren, denn abgesehen davon, dass von den Gängen aus der Serpentin in verschiedenartige Mineralcombinationen umgewandelt erscheint, finden sich an allen Vorkommnissen, an welchen diese Bildungen in grösserem Maassstabe zu beobachten sind, vom ursprünglichen Olivin kaum Spuren. Es ist also hier schon der zweite Abschnitt, derjenige der Serpentinisirung bis zur vollständigen Zerstörung des urprünglichen Mineralbestandes verlaufen, und die überhitzten Lösungen, welche die dritte Periode der Umwandlung bezeichnen, fanden neben Serpentin nur noch Reste von Diallag vor. Es konnten daher wohl auch in den Mineralaggregaten, welche dieser Gruppe angehören, Pseudomorphosen von Granat, Vesuvian, Diopsid nach Diallag, niemals aber solche nach Olivin nachgewiesen werden. Die Lösungen, welche diese Neubildungen hervorbrachten, waren mit Kieselsäure, Thonerde, Kalk und Magnesia beladen und setzten dieselben auf den Klüften ab; griffen aber auch von den Klüften in den Serpentin ein, welcher von hier aus in Chlorit und in Aggregate von Chlorit mit Vesuvian, Granat, Epidot, Diopsid etc. umgewandelt wurde. Das Vorkommen dieser Gänge sowohl wie die Ausbildung des Nebengesteines derselben sind jedenfalls der Art, dass eine Entstehung der ersteren durch Lateralsecretion vollständig unwahrscheinlich ist. Denn überall da, wo dieselben vorkommen, hat das sonst fast thonerdefreie Gestein einen hohen Gehalt an Thonerde aufgenommen und die Umbildung des Serpentins zu den verschiedenen Mineralaggregaten ist dort am intensivsten vor sich gegangen, wo diese gangförmigen Vorkommnisse sich anhäufen. Da nun einestheils der Stubachit ursprünglich keinen so bedeutenden Thonerdegehalt besessen haben kann, um weitgehende Umbildungen, wie sie z. B. auf der Burgumer Alpe zu beobachten sind, auch nur möglich erscheinen zu lassen, wie überhaupt eine



Bildung derselben durch Lateralsecretion schon durch die Art ihres Auftretens ausgeschlossen erscheint, so bleibt nur die Erklärung übrig, dass die Bestandtheile derselben aus der Tiefe stammen, und dass ihre Bildung eine Folgeerscheinung der Intrusion des Stubachites ist. Wir müssen also die Lagerstätten dieser Art als pneumatohydatogene Producte betrachten. Die Art des Auftretens derselben und die Einwirkung auf das Nebengestein geben uns vollständig dasselbe Bild, wie es an den Zinnerzlagerstätten zu beobachten ist, hier wie dort das gangförmige Auftreten von Mineralcombinationen, welche in ihrem chemischen Bestand mit dem Hauptgestein nicht übereinstimmen, hier wie dort die intensive Beeinflussung des Nebengesteins der Gänge, welche sich erst in weiterer Entfernung von denselben verliert. Wesshalb als Folgeerscheinungen der Eruption eines Magnesiasilicatmagmas Lösungen an die Oberfläche kamen, welche verhältnissmässig wenig Magnesia, dagegen die in dem Hauptgestein in geringer Quantität vorhandenen Substanzen Thonerde und Kalk in grossen Mengen enthalten, dafür eine vollkommen befriedigende Erklärung zu geben, ist nicht gut möglich. Jedenfalls aber müssen die Minerallagerstätten dieser Art stets in genetischem Zusammenhang mit dem Serpentin betrachtet werden, und ich möchte wiederholt darauf hinweisen, dass eine Untersuchung derartiger Vorkommnisse im Handstück allein ohne Kenntniss des Vorkommens in der Natur zu durchaus falschen Vorstellungen führen muss, wie sie in der That auch in der gesammten Literatur über dieselben verbreitet sind, da diese Lagerstätten bis jetzt überhaupt noch nicht an Ort und Stelle untersucht wurden. All die verschiedenen Vorkommnisse der im Obigen beschriebenen Mineralcombinationen sind dem „Chloritschiefer", dem „Talkschiefer", welchem angehörend sie stets aufgeführt werden, vollständig fremd, und es treten z. B. auch die schuppigen Aggregate von Chlorit, in welchen grössere Krystalle von Magnetit, Breunerit, Sphen u. s. w. beobachtet werden, ausschliesslich im Serpentin auf, ebenso wie die Aggregate von Talk, welche theils ebenfalls Breunerit, theils Spargelstein oder Strahlstein führen; man bezeichnet desshalb, wie schon früher bemerkt, derartige Bildungen wohl besser als Chloritfelse und Topfstein, da sie weder in ihrem Vorkommen noch in ihrer Ausbildung irgend etwas mit den Schiefern zu thun haben.

Aehnliche Lagerstätten, wie die im Obigen ausführlicher besprochenen, finden sich in weiter Verbreitung; die einzige von denselben aber, welche bisher untersucht wurde, ist das berühmte Vorkommen vom Alathal in Piemont, welches sowohl in der Art des Auftretens als in der Ausbildung der Mineralien ganz mit den zuletzt besprochenen Gängen übereinstimmt. Hieher gehört jedenfalls noch eine grössere Anzahl von Vorkommnissen in den Westalpen, so die von der Rymphischwänge und dem Findelengletscher bei Zermatt, welche in ihrer Mineralparagenesis ebenso wie in den Gesteinen mit den hier besprochenen vollständig identisch sind. Die Vorkommnisse von „Schweizerit" von denselben Fundorten bilden dagegen Analoga zu den Olivin-führenden Gängen der Todtenköpfe.

Auch in anderen Gebirgen dürften derartige Vorkommnisse verbreitet sein, und speciell sind es gewisse Lagerstätten des Ural, welche mit denjenigen der Serpentine

der östlichen Centralalpen bis ins kleinste Detail übereinstimmen, so vor Allem diejenigen der Achmatow'schen Grube am Nasjamer Berg bei Slatoúst; aber auch die schönen Vorkommnisse des Uwarowit von Saranowskaja bei Bissersk etc. gehören zweifellos hieher.

Weiterhin hat man in dem Auftreten von Topazolith in Serpentin, wie z. B. in demjenigen von Wurlitz bei Hof im Fichtelgebirge, von Granat in Pikrit von Bottenhorn im hessischen Hinterland Beispiele von allerdings geringerer Bedeutung, wobei darauf zu achten ist, dass ebensowohl in den Alpen wie im Ural und in den deutschen Mittelgebirgen die auf den Serpentin aufgewachsenen Granatmineralien zu der Reihe der Kalkthon-Kalkeisengranaten gehören, und dass hier nie Magnesia-haltige Granaten vorkommen.

Neubildungen mit einer ähnlichen Mineralparagenesis und einem übereinstimmenden Habitus, wie die hier besprochenen, treten auch an anderen massigen Gesteinen auf, speciell sind gewisse Vorkommnisse des Monzoni, so vor Allem diejenigen der Allochet und einzelne des Monzonithals charakteristische Beispiele dafür. Hier findet man ebenfalls besonders häufig innerhalb der Randzonen des Monzonits Adern und Gänge mit Granat, Epidot, Fassait etc., welche zum Theil in Krystallen auftreten, zum Theil dichte, hornsteinähnliche Aggregate bilden, von welchen aus eine beginnende Umwandlung des Nebengesteins in dieselben Mineralien zu verfolgen ist. Anderntheils aber finden sich nirgends derartige Bildungen an Gesteinen, welche man mit einigem Recht als krystallinische Schiefer ansieht.

Wenn ich nun noch einmal die Ergebnisse der Untersuchungen an dieser Reihe von Stubachiten und Stubachitserpentinen der östlichen Centralalpen zusammenfasse, so komme ich zu folgenden Resultaten. Die untersuchten Gesteine sind intrusiver Entstehung, was durch die Unregelmässigkeit ihres Auftretens, dann durch ihren massigen Habitus, den Mangel an Schichtung und die Uebereinstimmung eines grossen Theiles ihrer mineralischen Componenten mit denjenigen echter Massengesteine wahrscheinlich gemacht wird. Dazu kommen als directe Beweise für diese Anschauung die Umwandlungen des Nebengesteins zu normalen Bildungen der Contactmetamorphose und namentlich das Auftreten von Adern und Gängen mit Mineralien, welche nur mit pneumatolytischen und pneumatohydatogenen Processen in Verbindung gebracht werden können. Die ursprünglichen, wasserhaltigen, wenig leichtflüssigen Schmelzmassen wurden in Hohlräume eingepresst, welche durch die Aufstauung des Gebirges durch Klaffen der Schichtenfugen der Schiefer sich gebildet hatten, und erstarrten dort als Tiefengesteine und unter der hohen Spannung der gebirgsbildenden Kräfte zu einem meist regelmässig verwachsenen Aggregat von Olivin und Antigorit, wobei vermuthlich der ganze Wassergehalt des ursprünglichen Magmas zur Bildung des Antigorits aufgebraucht wurde. Das verfestigte Gestein erlitt nun durch die fortdauernden Einflüsse der Gebirgsfaltung eine innere Zermalmung, wodurch es ermöglicht wurde, dass die der Intrusion folgenden Exhalationen von Dämpfen und

Gasen das ganze Gestein gleichmässig durchdrangen und mehr oder weniger vollständig von der Tiefe aus in Serpentin umwandelten. In diese so veränderten Gesteine ergossen sich überhitzte Lösungen, als die letzte Bethätigung der vulcanischen Kräfte; diese Lösungen führten zum Theil vorherrschend Magnesiasilicate, welche sie bei der fortdauernden starken Spannung auf den Klüften in Form von Olivin und Antigorit in regelmässiger Verwachsung absetzten, oder aber sie enthielten neben diesen in grösserer Menge Thonerde und Kalk, und gaben nun einestheils zu Absätzen von Kalkthonerde- und Kalkmagnesiasilicaten Anlass, anderntheils aber veränderten sie auch das umgebende Gestein dieser Gänge in weitgehender Weise zu körnigen bis dichten Aggregaten derselben Mineralien. Der Abschluss all dieser umwandelnden und mineralbildenden Vorgänge erfolgte indess noch vor der Vollendung der Gebirgsfaltung, und die beginnende Erosion fand die Peridotite und Serpentine der östlichen Centralalpen mit ihren Minerallagerstätten in derselben Ausbildung vor, wie sie uns heute erhalten sind.

München, Mineralogisches Institut, November 1894.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Stubachit und Antigoritserpentin.

Fig. 1 zeigt die regelmässige Verwachsung von Olivin (dunkel) und Antigorit (hell) in schönster Ausbildung aus dem Stubachit von den Todtenköpfen im Stubachthal. Gewöhnlicher ist die Erscheinung, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, wobei die secundäre Serpentinbildung schon begonnen hat, von demselben Vorkommniss. Vergrösserung bei beiden etwa 40fach. Vergleicht man mit diesen die Fig. 3, welche einem Gestein vom Enzinger Boden im Stubachthale entnommen und etwa 180fach vergrössert ist, so erkennt man auch hier deutlich den Unterschied zwischen den primären Lamellen von Antigorit und den durch Zersetzung entstandenen schuppigen Aggregaten desselben Minerals. Fig. 1 ist zwischen gekreuzten Nicols, Fig. 2 und 3 im gewöhnlichen Licht aufgenommen.

Fig. 4 und 5 stellen die Gitterstructur im fertigen Serpentin bei gekreuzten Nicols dar. Fig. 4 in einem Gestein vom Hackbrettl, Stubachthal, Vergrösserung ca. 40fach, Fig. 5 in einem solchen von der Goslerwand bei Prägraten, Vergrösserung ca. 70fach. Die Zusammenstellung der Tafel ergibt deutlich, dass man als Ursache der Gitterstructur nur die primären Lamellen von Antigorit betrachten darf, nicht aber die secundäre Serpentinbildung, welche stets wirrschuppige Aggregate liefert.

Tafel II.

Ungewöhnliche Structurformen des Serpentins.

In Fig. 1 und 2 (beide bei 40facher Vergrösserung und + Nicols) sieht man die Umwandlung von Diallag zu parallelschuppigen Aggregaten von Antigorit; man erkennt in Fig. 1, welche aus einem Vorkommniss von der Eichamwand bei Prägraten photographirt wurde, noch deutlich die ursprüngliche Zwillingslamellirung des Diallags an der verschieden orientirten Auslöschung der Antigoritstreifen. In Fig. 2 vom Islitz-Fall bei Prägraten zeigt die Pseudomorphose ungewöhnlich deutliche Krystallform.

Fig. 3 stellt einen wirrschuppigen Chloritfels dar, welcher am Contact des Serpentins an der Goslerwand gesammelt wurde, in dem sich Epidotindividuen in eigenartiger Weise verästeln, welche durch ihre kräftige Lichtbrechung hervortreten.

Fig. 4 und 5 geben die Ausbildung charakteristischer Chrysotilserpentine. Fig. 4 einen solchen von der Eichamwand bei Prägraten zwischen gekreuzten Nicols, wobei leider die Erscheinung der Faserung der einzelnen Maschen, welche im Original in grosser Deutlichkeit vorhanden ist, in der Reproduction verloren ging; Reste von Olivin sind hier nicht vorhanden.

Fig. 5 wurde einem Vorkommniss von der Burgumer Alp, Pfitscherthal, entnommen, die Maschen werden hier durch Schnüre opaker Erze angedeutet schon im gewöhnlichen Lichte sichtbar, Reste von Olivin (dunkle, zusammenhängende Partieen in der Fig.) sind häufig.

Tafel III.

Neubildungen im Serpentin.

Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen die Art des Auftretens der Gänge mit regelmässigen Verwachsungen von Olivin und Antigorit im Stubachit und Serpentin des Stubachthales. Fig. 1 und 2 sind Proben von den Todtenköpfen entnommen, Fig. 3 einer solchen vom Rettenkopf. Vergrösserung Fig. 1 ca. 40fach, 2 und 3 ca. 70fach. Fig. 1 und 3 im gewöhnlichen Licht, 2 zwischen + Nicols.

Fig. 4 stellt die Umwandlung von Diallag in Granat dar. Vergrösserung ca. 40fach, + Nicols. Ein zerfetztes Stück des Diallags liegt in der isotropen Granatmasse, von welcher Ausläufer auf Rissen in den Diallag hineinragen. Aus dem dichten Granatfels vom Hackbrettl, Stubachthal.

Fig. 5 lässt wohlausgebildete dodekaëdrische Mikrolithen von Granat in einem kleinen Quarzgang im dichten Granatfels erkennen. Burgumer Alpe, Pfitscherthal. Vergrösserung ca. 270fach.

Tafel IV.

Deformationen durch den Gebirgsdruck.

Fig. 1. Umbiegung von Diopsidkrystallen in Kalksilicathornfels vom Hackbrettl, Stubachthal. + Nicols, Vergrösserung ca. 40fach.

Fig. 2. Secundärer Tremolitkrystall im Serpentin der Todtenköpfe, Stubachthal, durch Gebirgsdruck in kleine, wenig gegen einander verschobene Rauten zerlegt. + Nicols, Vergrösserung ca. 40fach.

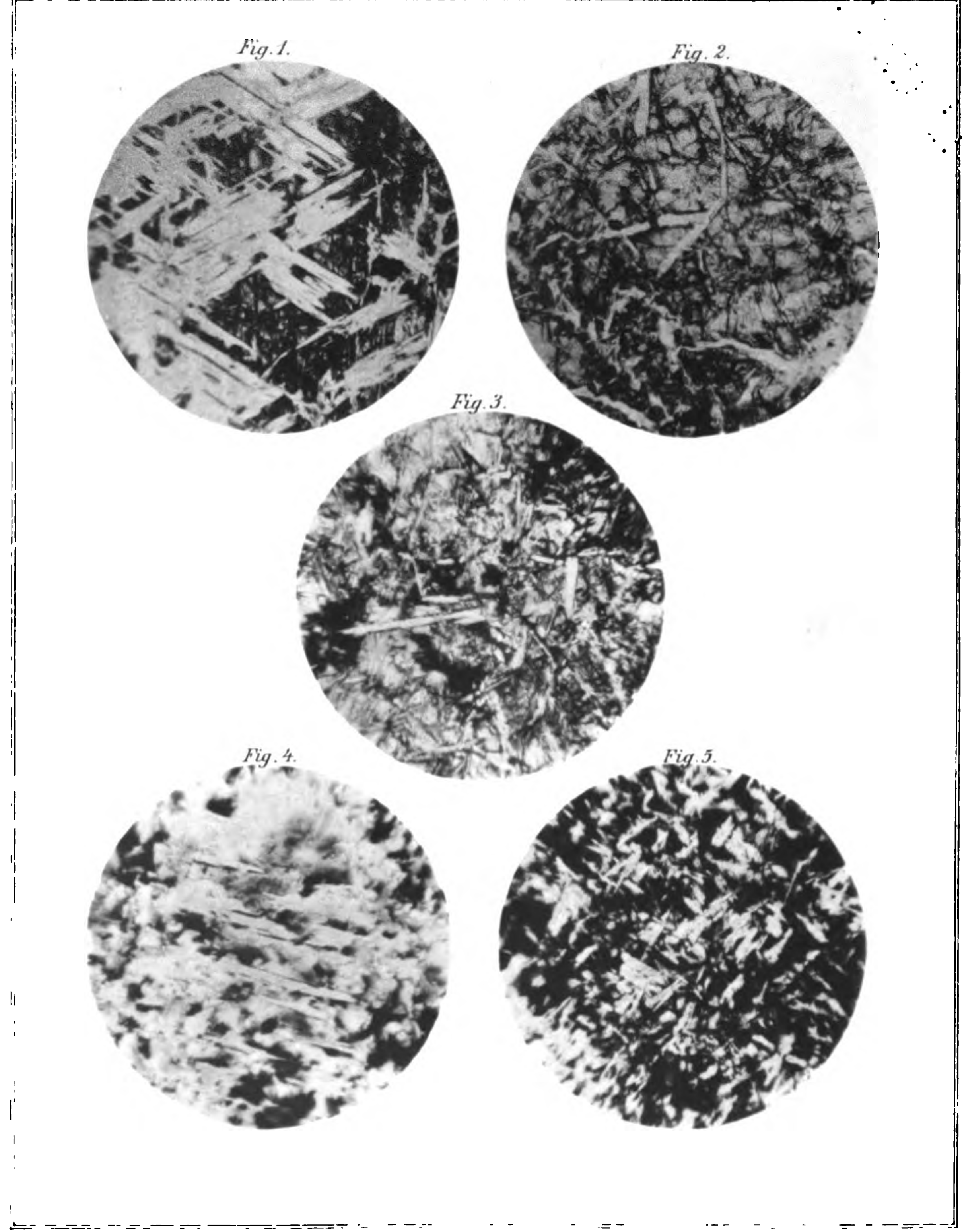
Fig. 3. Verbogene Zwillingslamellen in Kalkspath. Kalksilicathornfels, Islitz-Fall bei Prägraten. + Nicols, Vergrösserung ca. 40fach.

Mineralien der Contactbildungen.

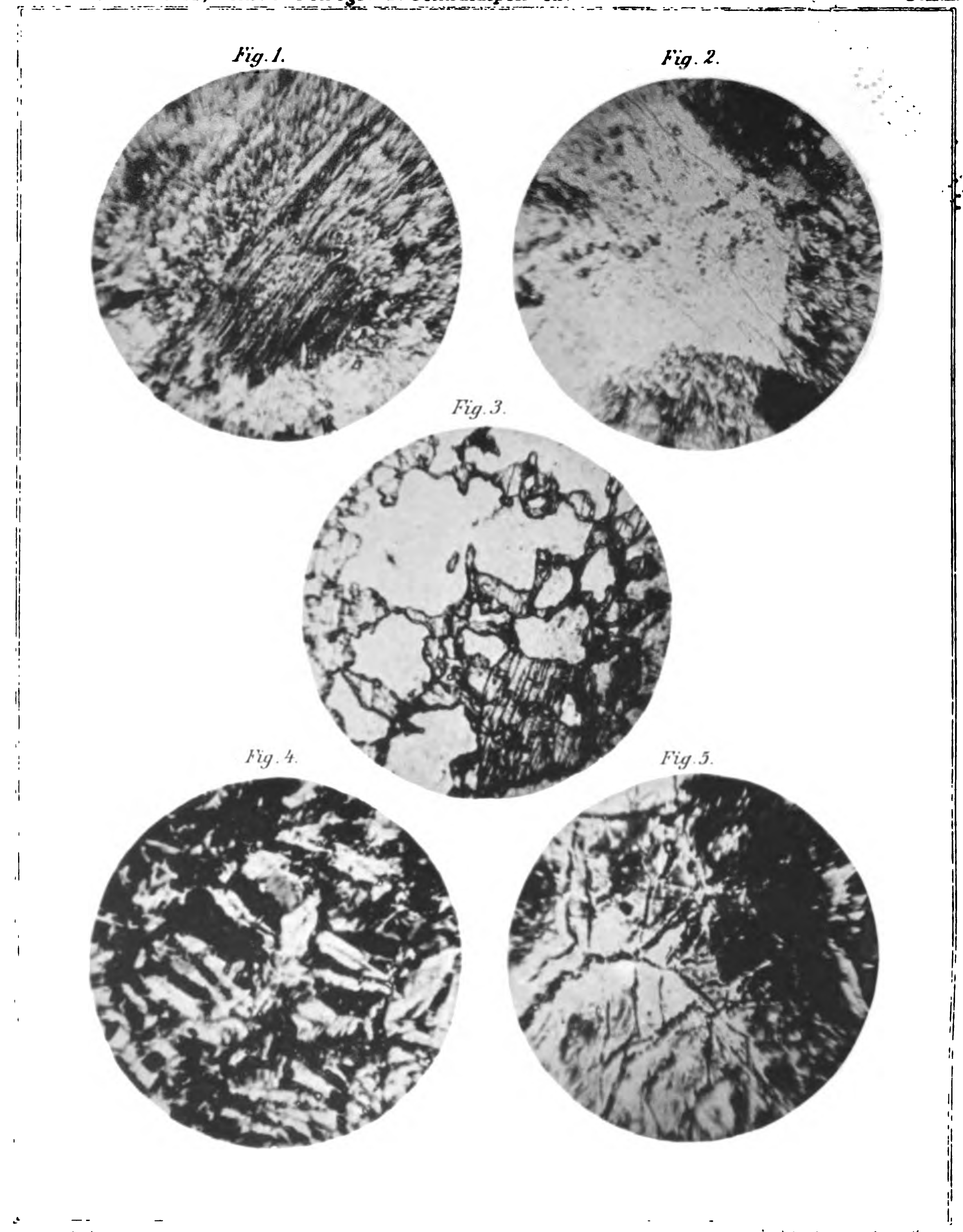
Fig. 4. Scharf ausgebildete Krystalle von Epidot in einer Plagioklasgrundmasse. Hornblendegarbenschiefer, Goslerwand bei Prägraten. Gewöhnliches Licht. Vergrösserung ca. 70fach.

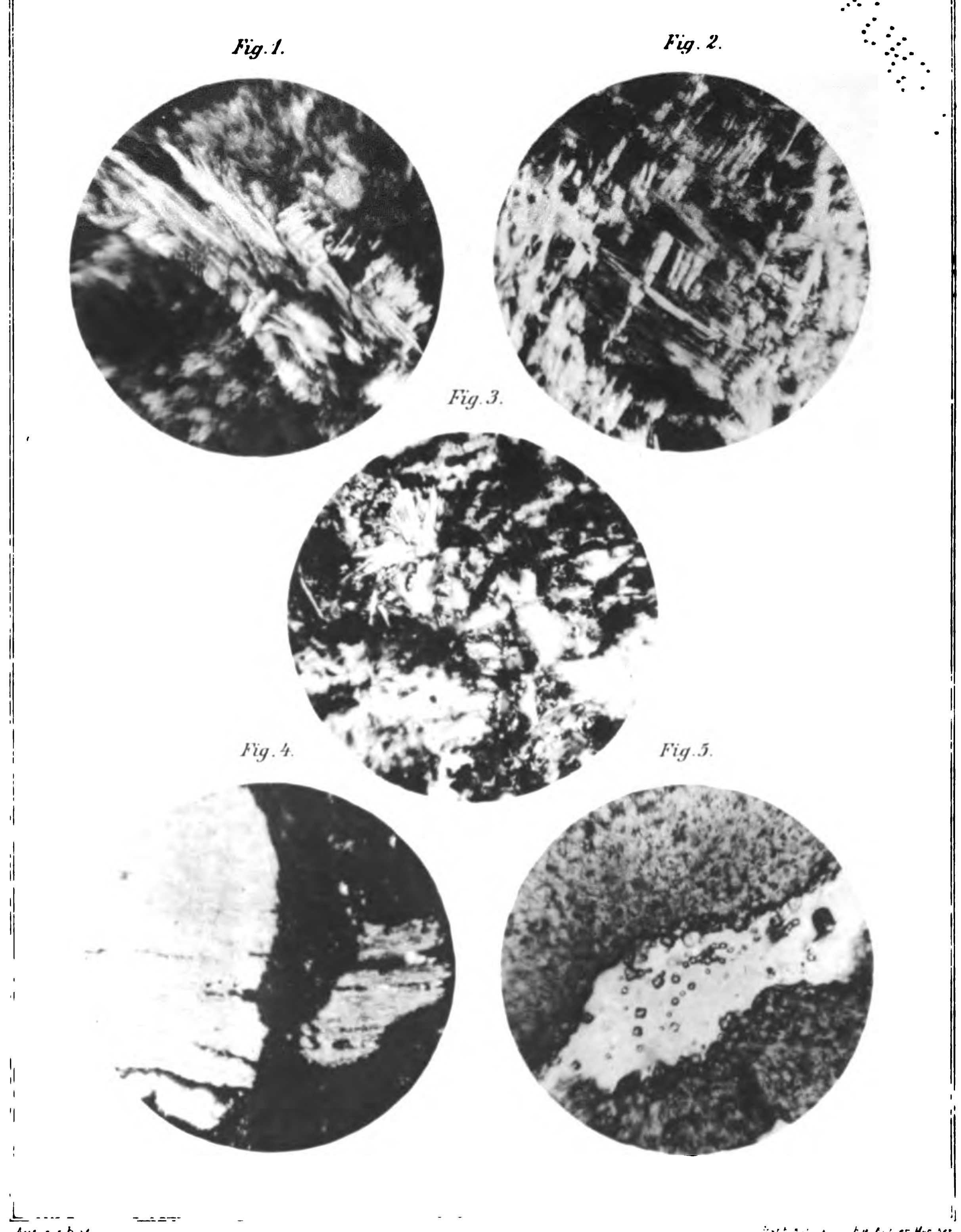
Fig. 5. Granat mit anomaler Doppelbrechung. Kalksilicathornfels, Eichamwand bei Prägraten. + Nicols, Vergrösserung ca. 40fach.





Autor phot.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.



Autor phot.



Autor phot.

Beiträge

zur

Petrographie der östlichen Centralalpen

speciell des

Gross-Venedigerstockes

von

Dr. Ernst Weinschenk.

II.

Ueber das granitische Centralmassiv und die Beziehungen zwischen Granit und Gneiss.

(Mit 1 Tafel.)

Während in den letzten Jahren eine grössere Anzahl von Publicationen über den centralen Kern der Westalpen erfolgt ist, blieb das entsprechende Gebiet in den Ostalpen so gut wie unberührt, und mit Ausnahme einiger kurzer Aufnahmsberichte im Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt in Wien, welche aber verhältnissmässig weit zurückdatiren, sind über die Gesteine der ganzen Centralzone der Tiroler und Salzburger Alpen keine weiteren Untersuchungen bekannt geworden. Ja man ist hier sogar noch nicht über die ersten Anfangsgründe in der Auffassung dieser Gesteine hinausgekommen und sich nicht einmal darüber vollständig klar geworden, ob der Kern des Gebirges aus massigen oder geschichteten Gesteinen besteht. Dass aber die tektonischen Verhältnisse gerade in diesem Theil der Alpen wenigstens in den hauptsächlichsten Zügen ungewöhnlich klar vor Augen liegen und verschiedene Deutungen über den Ursprung des Centralmassivs nicht möglich erscheinen lassen, das wird aus der folgenden Detailbeschreibung der einzelnen Vorkommnisse zweifellos hervorgehen. Allerdings ist auch hier die Trennung von Granit und Gneiss durchaus nicht scharf durchzuführen und in jedem einzelnen Fall die Zugehörigkeit eines bestimmten Vorkommnisses zu der einen oder der anderen Gruppe der Gesteine nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ebenso wie dies auch in anderen Gebieten häufig der Fall ist, aber die Untersuchung im Felde lässt jedenfalls keinen Zweifel darüber, dass der Centralkern auch in den Ostalpen von einer Reihe intrusiver granitischer Gesteine gebildet wird, welche im Folgenden kurz unter dem Namen „Centralgranit“ zusammengefasst werden sollen; eine speciellere Trennung einzelner Typen aus der Gesammtheit der als Centralgranite bezeichneten Gesteine in dem hier besprochenen Gebiet kann erst nach der petrographischen Charakterisirung der einzelnen Vorkommnisse gegeben werden.

Das Gebiet selbst, in welchem ich neben dem Studium der Serpentingesteine mein Augenmerk in den letzten fünf Sommern hauptsächlich auf die Art des Auftretens und die petrographische Beschaffenheit der Centralmasse richtete, umfasst zunächst das Gross-Venedigermassiv, in dem eine geologische Aufnahme und ein eingehendes Studium der Minerallagerstätten ausgeführt wurde, über welche an anderer Stelle berichtet werden wird. Um aber die in diesem Gebiete gewonnenen Erfahrungen auf ihre allgemeine Gültigkeit für die Ostalpen zu prüfen, wurden auch entsprechende

Punkte der Zillerthaler Gruppe, sowie des Stubachthals in den Kreis der Untersuchung gezogen; die gesammten hiebei gewonnenen Resultate, welche unter sich vollkommen übereinstimmen, sollen nun im Folgenden in zusammenfassender Weise gegeben werden. Dass dabei nicht Anspruch auf absolute Vollständigkeit erhoben werden kann, versteht sich bei einer ersten Bearbeitung eines so reichgegliederten Gebietes, wie es dieser Theil der Centralalpen ist, von selbst. Indess ist immerhin das Material, welches diesen Untersuchungen zu Grunde liegt, so reich, und die Begehung des Gebietes wurde in so umfassender Weise durchgeführt, dass Vorkommnisse von einigermassen nennenswerther Bedeutung kaum übersehen worden sein dürften.

Wie schon bemerkt, liegt weder eine auf den neueren Anschauungen der Geologie basirte geologische Untersuchung noch auch eine petrographische Bearbeitung des Centralmassivs der Ostalpen vor, wodurch irgend ein Vergleich mit den analogen, gerade in den letzten Jahren zum Theil in musterhafter Weise beschriebenen Vorkommnissen der Westalpen ermöglicht würde. Es wurden zwar an verschiedenen dem Centralgebiet verhältnissmässig nahe gelegenen Vorkommnissen aus Tirol genauere petrographische Studien gemacht, so namentlich im letzten Jahre von Becke an den Tonaliten der Rieserferner, aber die dort gewonnenen Resultate lassen sich nur in sehr beschränkter Ausdehnung auf das Centralmassiv selbst übertragen. Dagegen zeigen die hier gemachten Beobachtungen zum grössten Theil eine gute Uebereinstimmung mit den analogen Bildungen der Westalpen, wie sie in der letzten Zeit aus der Gruppe des Montblanc, des Aarmassivs, des Gotthardts etc. bekannt geworden sind, und das hauptsächlichste Resultat dieser Untersuchungen, dass der Kern des Gebirges intrusiver Entstehung ist, stimmt vollständig mit den Beobachtungen in den Ostalpen überein.

Die specielle Literatur über das hier in Betracht kommende Gebiet ist eine sehr beschränkte, es sind nur folgende Arbeiten zu nennen:

K. Peters, Die geologischen Verhältnisse des Oberpinzgaues, insbesondere der Centralalpen. (Verh. K. K. geolog. Reichsanst. Wien 1854, 5, 766.)

D. Stur, Die geologische Beschaffenheit der Centralalpen zwischen dem Hochgolling und dem Venediger. (Ebenda, 818) und

J. Niedzwiedzki, Aus den Tiroler Centralalpen. (Dasselbe Jahrb. 1872, 22, 241.)

Dieselben umfassen ausschliesslich Berichte über die geologische Aufnahme und beschäftigen sich nur sehr untergeordnet mit specielleren Fragen über Entstehung und Zusammensetzung der aufgefundenen Gesteine. Ueber entsprechende Bildungen der Westalpen aber liegt eine bedeutende Anzahl neuerer Schriften vor, welche die tektonischen und petrographischen Verhältnisse der Gesteine eingehend berücksichtigen; die wichtigsten Specialuntersuchungen über die den „Centralgraniten“ entsprechenden Gesteine sind die folgenden:

Michel Lévy, Etude sur les roches cristallines et éruptives des environs du Montblanc. (Bull. serv. carte géol. France. 1890, Nr. 9.)

U. Grubenmann, Zur Kenntniss der Gottbardtgranite. (Verh. Thurgauer naturf. Ges. 1890.)

C. Schmidt, Beiträge zur Kenntniss der im Gebiete von Blatt XIV der geolog. Karte der Schweiz in 1:100000 auftretenden Gesteine. (Beitr. zur geol. Karte Schweiz. 1891, 25. Lieferung.)

L. Duparc und L. Mrazek, Recherches sur la protogine du Montblanc et sur quelques granulites filoniennes, qui la traversent. (Arch. sciences phys. nat. 1892, (3), **27**, 659.)

L. Mrazek, La protogine du Montblanc et les roches éruptives, qui l'accompagnent. (Thèse de doctorat. Genève 1892.)

Michel Lévy, Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général, (Bull. serv. carte géol. France. 1893, Nr. 36.)

L. Duparc und E. Ritter, Les massifs cristallins de Beaufort et de Cevins. (Arch. sciences phys. nat. 1893, (3), **30**.)

E. Ritter, Les massifs de Beaufort et du Grand-Mont. (Thèse de doctorat. Genève 1894.)

L. Duparc und L. Mrazek, Le massif de Trient. (Arch. sciences phys. nat. 1894, (3), **32**.)

Geologisches Vorkommen des Centralgranits.

Was die bisherige Auffassung des Centralkernes der Ostalpen betrifft, so folgt schon aus dem überall gebrauchten Namen „Centralgneiss“, mit welchem diese Gesteine bezeichnet werden, dass die herrschende Anschauung in denselben echte Glieder des altkrystallinen Schiefergebirges erblickt. Und in der That ist der petrographische Habitus einer grossen Anzahl von Vorkommnissen von „Centralgranit“ so übereinstimmend mit normalen Gneissen, dass es selbst bei eingehenden Specialuntersuchungen schwierig ist, eine Trennung der Intrusivgesteine von denjenigen Bildungen durchzuführen, welche man wohl mit Recht als Schiefergesteine ansieht, und denen alle Anzeichen einer eruptiven Entstehung fehlen. Und so wurden diese beiden Gesteinsgruppen ohne Weiteres vereinigt, und sie finden sich auch in den bis jetzt publicirten Karten, welche das Gebiet umfassen, überall zusammen als Gneiss eingezeichnet und vom eigentlichen Granit scharf getrennt, so in der Uebersichtskarte der österr.-ung. Monarchie von Hauer und in der geognostischen Karte von Tirol, herausgegeben vom geognostisch-montanistischen Verein. Eine theilweise Ausnahme macht nur die Uebersichtskarte der Alpen von Fr. Noë, in welcher wenigstens ein Theil der hiehergehörigen Gesteine, hauptsächlich solche im Zillerthal und im westlichsten Theil des Venedigermassivs als Granit ausgeschieden sind.

Wie schon bemerkt stimmt das makroskopische Aussehen einer grossen Anzahl von Vorkommnissen von „Centralgranit“ viel besser mit dem Habitus eines Gneisses

als mit derjenigen eines Massengesteins überein, und wenn man aus einzelnen Handstücken oder auch aus einer weniger eingehenden Untersuchung des Gebietes Schlüsse auf den Charakter der Gesteine zieht, so wird man leicht zu der falschen Auffassung derselben als Glieder des Schiefergebirges kommen. Aber die genaue Erforschung der Art des Auftretens und der Verhältnisse dieser den Centralkern der Massive bildenden Vorkommnisse zu den sie überlagernden Schiefergesteinen lässt einen Zweifel an der Zugehörigkeit derselben zu den Massengesteinen nicht mehr aufkommen. Es wurde schon in den früheren Berichten über die geologische Aufnahme des Venedigermassivs die charakteristische Bemerkung gemacht, dass der centrale Kern, in der Hauptsache die Unterlage der gewaltigen Gletschermassen, aus richtungslos körnigen Gesteinen besteht, und dass erst über diesen schiefrige Gneisse folgen. In der Hauptsache ist diese Beobachtung auch mit den Verhältnissen im Felde übereinstimmend, wenn diese auch nicht so einfach sind, als es darnach erscheinen möchte.

Der granitische Kern des Gross-Venedigermassivs bildet die directe Fortsetzung des Zillerthaler Hauptkammes, und die petrographische Beschaffenheit der in beiden Gebirgsgruppen zu beobachtenden Gesteine weist gleichfalls auf einen directen Zusammenhang beider hin. Der „Centralgranit", welcher im Zillerthal am Mösele, Schwarzenstein, Löffler etc. anstehend gefunden wird, soweit die Gesteine derselben unter der Gletscherbedeckung hervortreten, streicht nördlich von der aus Amphibolit und Glimmerschiefer aufgebauten Dreiherrnspitze über die Birnlücke ins Krimmler Achenthal herüber, wo die südliche Grenze desselben die Thalsohle kurz unterhalb der „Warnsdorfer Hütte" erreicht, und er lässt sich im Krimmler Achenthal abwärts bis über das „Krimmler Tauernhaus" verfolgen. Seine Ausdehnung ist weder hier noch im ganzen übrigen Gebiet der Gross-Venedigergruppe symmetrisch zum Centralkamm, sondern er ist vielmehr ziemlich weit nach Norden vorgeschoben. So findet man auf der ganzen Nordseite des Gross-Venedigers seine Grenze ausserhalb des vergletscherten Gebietes, während die Südgrenze ein wenig nördlich von der Linie verläuft, welche den „Grossen Geiger" mit der „Schwarzen Wand" hoch oben über die Firnfelder hin verbindet.

Dieser Kern des Gebirges ist in seiner ganzen Ausdehnung in petrographischer Beziehung wohl charakterisirt und die Gesteine des Mösele im Zillerthal ebenso wie diejenigen, welche im Granitgebiet des Gross-Venedigers gesammelt wurden, zeigen einen so ausgeprägten Typus, dass man jederzeit an dem von den Gletschern herabgeführten Schotter erkennen kann, wenn man sich dem Centralgranit nähert.

Im Centrum der Masse herrschen richtungslos körnige Biotitgranite von mittlerer Korngrösse vor, welche meist durch zuckerkörnige Structur ausgezeichnet sind, ebenso wie dies an analogen Vorkommnissen der Westalpen überall beobachtet wurde. Diese zuckerkörnige Structur ist in erster Linie hervorgebracht durch die Zersprengung des Quarzes, seltener auch des Feldspathes dieser Gesteine und ist einer der hauptsächlichsten Gründe für die ausserordentlich rasche Erosion in diesen Hochgebirgsregionen. Diese zermalmten und zerquetschten Gesteine haben ihr festes Gefüge verloren, und

auch die frischesten Varietäten geben beim Anschlagen keine splittrigen Stücke, wohl aber stets eine Masse sandigen Pulvers; im Uebrigen möchte ich gleich hier darauf hinweisen, dass mir zersetzter oder verwitterter Centralgranit im Anstehenden kaum bekannt geworden ist, da derselbe wohl in Folge dieser inneren Zersprengung beim Angriff durch die Atmosphärilien zerfällt und den überall in diesen Gegenden so ausserordentlich massenhaft vorhandenen feinen Sand liefert, der bei der Versumpfung derselben eine grosse Rolle spielt.

Nur selten ist der Granitquarz bei makroskopischer Betrachtung durch seinen Fettglanz hervortretend, und man findet dann stets, dass in solchen Fällen im Dünnschliff die Kataklasstructur weniger zu bemerken ist. Auch der Feldspath hat nicht häufig glänzende Spaltflächen, vielmehr besitzt er gewöhnlich ein milchig getrübtes Aussehen in Folge massenhafter Einschlüsse. Das dritte Mineral, welches als makroskopisch erkennbarer Hauptbestandtheil dieser Gesteine auftritt, ist ein sehr dunkler, eisenreicher Biotit, der sich selten in grösseren, wenig elastischen Blättchen, meist vielmehr in schuppigen Aggregaten findet, welche als Flecken in der lichten Quarz-Feldspathmasse erscheinen. Ein farbloser Glimmer ist in den normalen, richtungslos körnigen Gesteinen sehr selten, echter Zweiglimmergranit wurde mir aus der Centralzone des Venedigermassivs und des Zillerthals überhaupt nicht bekannt, dagegen kommt solcher zwischen dem Tauermoosthal und der Rudolfshütte im Stubachthal vor, wo er häufig von Turmalinadern durchsetzt ist. Besonders charakteristisch für den Centralgranit ist das Auftreten rundlicher, dunkler Ausscheidungen, sowie schmaler aplitischer Gänge, welche überall zu beobachten sind. Die dunklen Putzen und Flatschen sind zum Theil von geringer Grösse und dann meist in grosser Menge vorhanden, zum Theil besitzen sie gewaltige Dimensionen und kommen mehr vereinzelt vor. In den innersten Theilen des Massivs, wo richtungslos körnige Gesteine vorherrschen, haben dieselben stets unregelmässig gerundete Umrisse und richtungslose Structur. Wenn man sich aber den Grenzzonen nähert, treten mehr und mehr parallelstruirte Gesteine zwischen den massigen Ausbildungsformen auf, und in diesen erscheinen die dunklen Putzen in charakteristischer Weise in die Länge gezogen. Wenn endlich in denjenigen Theilen des Centralkerns, welche dem Contact mit den Schiefern naheliegen, schiefrige, gneissartige Varietäten des Granits auftreten, so bilden die Ausscheidungen oft äusserst schmale, geschieferte Lagen.

Da nun einestheils die aplitischen Gänge stets annähernd parallel mit der Schieferung der überlagernden Schichtgesteine durch den Granit hindurchsetzen und die geschieferten, in die Länge gezogenen, basischen Putzen in diesen Grenzzonen gleichfalls dieselbe Richtung einhalten, so wird hiedurch der Eindruck einer wohlausgebildeten Schichtung hervorgebracht, und das Ganze wird noch dadurch complicirter, dass sich der Granit vielfach zwischen die Schichten der überlagernden Gneisse und Amphibolite eindrängt. Die Gneissschichten, welche zwischen dem Granit eingeklemmt erscheinen, sind in ihrer petrographischen Beschaffenheit ausserordentlich ähnlich den schiefrigen Varietäten des Granites ausgebildet und lassen sich im Hand-

stück oder Dünnschliff kaum von letzteren unterscheiden. Ihr Vorkommen aber beweist, dass sie nicht als modificirte Granite angesehen werden dürfen, da sie einestheils häufige Zwischenlagen von Glimmerschiefer etc. besitzen, anderntheils von Gängen des granitischen Gesteins durchsetzt werden, welche fast stets gleichfalls schiefrig sind, aber makroskopisch scharf an dem Gneiss absetzen, dessen Schichten sie quer durchbrechen.

Je mehr man sich dem Rande des Granitmassivs nähert, desto häufiger wird dieser Gesteinswechsel, und man kommt schliesslich in eine Zone, in welcher der Gneiss vorherrscht und nur noch einzelne lagerartige Apophysen von Granit in demselben auftreten, bis auch diese sich verlieren. Etwas verändert ist das Bild dort, wo der Granit nicht mit den stets wohlgeschieferten Gneissen, sondern mit Amphiboliten in Berührung kommt. Der Contact selbst ist hier viel schärfer markirt, wie man es in besonders schöner Weise am Griesfeld oberhalb der Greizer Hütte im Floitengrund, sowie am Weisseneck im Hollersbachthal beobachten kann. Hier finden sich nicht einzelne Schichten des Schiefergesteins abgelöst und zwischen die Granitlagen eingeklemmt, sondern vielmehr wird hier die Contactzone durch eine Unzahl von Apophysen normal granitischer, basischer und saurer Zusammensetzung markirt, welche in sehr wechselnden Dimensionen — von einer Mächtigkeit von vielen Metern bis zu fast mikroskopischer Feinheit — in die Amphibolite eingedrungen sind und auf eine Entfernung von 2—3 km von dem Contact noch in denselben verfolgt werden können.

Der Centralgranit wird auf der Südseite, in den westlichen Theilen des Venedigergebietes sowie im Zillerthal auch auf der Nordseite von echten Gneissen überlagert, welche durch die Art des Zusammentretens mit dem Granit einestheils, mit den überlagernden Schichtgesteinen anderntheils als etwas genetisch von dem Granit durchaus Abweichendes zu erkennen sind, wenn es auch in vielen Fällen ausserordentlich schwer hält, die Grenze zwischen Granit und Gneiss festzulegen. Der Gneiss unterscheidet sich vom Granit zumeist durch den in vielen Fällen allerdings nur wenig ausgeprägten Wechsel der Schichten, sowie durch eine grosse Anzahl von Einlagerungen, die namentlich an der Südseite des Venedigerstockes eine besonders typische Ausbildung besitzen. Im Streichen geht der Gneiss oft in echte Amphibolite über, so namentlich an der Nordseite des Venedigers und an mehreren Stellen im Zillerthal. Gegen den Granit zu treten im Gneiss sowohl als in den äquivalenten Amphiboliten stets eine grosse Menge von gangförmigen und lagerförmigen Apophysen auf, welche mit Sicherheit darauf hinweisen, dass der Centralgranit nur als Intrusivgestein aufgefasst werden darf. Es finden sich dann ferner in dem Gneiss eingelagert Gesteinsschichten von ganz abweichender Beschaffenheit, vor Allem ein auf der Südseite des Gross-Venedigercentralmassivs in der ganzen Erstreckung von der Dreiherrnspitze im Westen bis zur Krystallwand im Osten zu verfolgendes System von wechselnder Mächtigkeit, welches von schwarzen, abfärbenden, graphitoidreichen Glimmerschiefern gebildet wird, in welchen Krystallneubildungen stattgefunden haben, die mit Sicherheit als jünger anzusehen sind, als der Beginn der Faltung, welche diese

Schiefer in intensiver Weise erlitten haben. Diese Neubildungen bestehen aus einer hauptsächlich aus Glimmer und Graphitoid zusammengesetzten Grundmasse und aus grösseren Krystallen von Biotit, von Orthoklas, von Turmalin und Granat, welche durch die Schichtenbiegung in keiner Weise beeinflusst sind und oft in der Anordnung der Einschlüsse von Graphitoid, welche alle beherbergen, erkennen lassen, dass sie sich erst in den gefalteten Gesteinen gebildet haben. Diese Vorkommnisse gehen ganz allmählich in den normalen Gneiss über und können wohl kaum anders, denn als Contactbildungen des Centralgranits gedeutet werden. Ob aber die Gneisse selbst als ursprüngliche Bildungen anzusehen sind, oder ob sie erst durch ein Eindringen des granitischen Magmas zwischen die Schichten ihren jetzigen Habitus angenommen haben, wie dies von Michel Lévy in derselben Ausbildung vielfach beobachtet wurde, lässt sich hier mit Bestimmtheit nicht constatiren; jedenfalls zeigen diese geschichteten Gesteine durchaus nicht den so gleichbleibenden Charakter des Centralgranits, sondern sie weisen vielmehr Uebergänge in die verschiedensten echten Schiefergesteine auf, wie granatführende Glimmerschiefer, Hornblendegarbenschiefer etc., die zumal im Zillerthal in ausgezeichneter Entwicklung vorliegen. Sie müssen daher sowohl im Gebiete des Gross-Venedigers als im Zillerthal von dem Centralgranit getrennt betrachtet werden, und man darf sie nicht mit letzterem zusammenwerfen, wie dies auf den geologischen Karten dieser Gebiete bis jetzt grösstentheils geschah. Der Gneiss und die andern demselben äquivalenten Schiefer sind älter als der Granit, welcher in grosser Menge Apophysen in die ersteren entsendet und hin und wieder auch Bruchstücke von ihnen umschliesst, welche die Schichtung sowohl als auch die Verbiegung und Faltung der Schichten deutlich erkennen lassen. Wo über dem Gneiss noch andere Schiefergesteine anstehend zu beobachten sind, ist die Lagerung stets vollständig concordant und beide Gesteine sind durch allmähliche Uebergänge mit einander verbunden, so z. B. an der Südseite des Venedigerstockes an der Grenze von Gneiss und Eklogit; auch hiedurch ist der Gneiss als Glied der Reihe der Schiefer charakterisirt. Auf der nördlichen Seite des Gross-Venedigers wird die Gneisszone, welche den „Centralgranit“ umgibt, und die durch sehr raschen Schichtenwechsel, sowie durch Uebergänge in Amphibolite und ähnliche Schiefergesteine ausgezeichnet ist, wieder überlagert von einem granitischen Gestein, welches aber charakteristische Unterschiede gegenüber dem Centralgranit aufweist. Dieses letztere hat zum grossen Theil viel mehr Aehnlichkeit mit den normalen Vorkommnissen von Granit aus anderen Gebieten, die zuckerkörnige Structur tritt hier sehr viel weniger hervor, dagegen sind flaserige Varietäten häufig und besonders fällt die grosse Menge von Sericit auf; ausserdem fehlen demselben die dunkeln Putzen und die aplitischen Gänge, wenigstens im Venedigergebiet, vollständig. Dieser zweite Granit, welcher sich vom Breitlahner im Zillerthal über den „Grossen Ingent“ und die „Ahornspitze“ verfolgen lässt, tritt über die „Zillerspitze“ ins Krimmler Achenthal, wo er die Zone zwischen der „Innern Schachenalpe“ und der „Geisteralpe“ einnimmt. Derselbe lässt sich nach Osten in ziemlich gleicher Breite bis ins Habachthal verfolgen, wo er von der „Mayeralpe“ bis zur „Krameralpe“ ansteht. Im Hollers-

bachthal dagegen kommt er nicht mehr an die Oberfläche. Auf diesen zweiten Granit folgt abermals eine Zone schiefriger Gesteine, zunächst sehr dichte Glimmerschiefer, stellenweise mit Granaten, und dann wechselnde Schichten von Grünschiefern und plattig ausgebildeten, weissen Gesteinen, welche aus einer weit vorherrschenden, sehr feinkörnigen Quarzfeldspathmasse bestehen, in der nur hin und wieder ein Krystall von Hornblende zu beobachten ist. Auf dieses Band von Schiefern folgt abermals eine Zone von granitischen Gesteinen, welche wieder etwas abweichend ausgebildet sind; dieselbe erstreckt sich im Krimmler Achenthal bis vor in das Salzachthal, während sie in den untersten Sulzbachthälern von phyllitartigen Gesteinen überlagert wird, im Habachthal aber überhaupt nicht mehr zum Vorschein kommt.

Das Band von Grünschiefer, welches sich zwischen den beiden letzten Granitvorkommnissen findet, zeigt sehr schön ausgebildete Minerallagerstätten, welche ich den Contactlagerstätten zuzählen möchte. Die herrlichen Krystalldrusen von Epidot, Diopsid, Apatit, Feldspath, Scheelit, Sphen etc. von der Knappenwand, die gleiche Mineralparagenesis vom obern Seebachthal, einem Seitenthal des Obersulzbachthales, sowie vom Söllnkar über dem Krimmler Achenthal gehören demselben an. Auch sonst treten Minerallagerstätten in diesem Gebiete in enger Verbindung mit den granitischen Gesteinen, namentlich mit dem Centralgranit auf, aber auch die Granite der höheren Niveaus lassen hin und wieder einen solchen Zusammenhang erkennen. In dem Centralgranit selbst finden sich nicht gerade selten Auskleidungen von Klüften, zumal in der Nähe oder innerhalb der aplitischen Gänge, welche auf eine pneumatolytische Thätigkeit hinweisen. Die Paragenesis dieser Bildungen ist: Muscovit in glänzenden, flächenreichen Krystallen, Quarz, Adular, Albit, Rutil, Anatas, Sphen, Apatit, sowie dünntaflige Krystalle von Kalkspath. Aus dem Zillerthal sowohl als aus dem Gebiet des Gross-Venedigers, im letzteren namentlich auf der Nordseite, da eben hier der Centralgranit seine hauptsächlichste Ausdehnung besitzt, sind derartige Vorkommnisse in grosser Anzahl bekannt und dieselben sind in vielen Sammlungen verbreitet. In dem Gestein der zweiten Granitzone tritt öfters Beryll als accessorischer Gemengtheil in lichtblauen Prismen hinzu, jedoch niemals in der Menge, wie in den von Michel Lévy geschilderten Beryllgraniten des Montblanc. Auf den Klüften dieses Gesteines finden sich, allerdings meist in weniger guter Ausbildung, dieselben Mineralien wie sie beim Centralgranit erwähnt wurden, zu welchen noch der Brookit hinzukommt.

Auch echte Contactlagerstätten haben sich am Centralgranit ausgebildet, vor Allem da, wo er Amphibolite in massenhaften Apophysen durchzieht. Ein besonders schönes Beispiel dieser Art ist die Lagerstätte am Weisseneck im obersten Hollersbachthal. Hier finden sich hin und wieder am Contact von Centralgranit und Amphibolit sehr grobschuppige Aggregate von Biotit, und der Schiefer sowohl wie der massige Granit der Apophysen sind durchsetzt von Klüften, welche die reichsten Mineralfundplätze darstellen. Vor Allem treten hier die mannigfaltigsten Zeolithe auf, Desmin, Heulandit, Chabasit, Laumontit, sowie Prehnit wurden in diesen Lagerstätten beobachtet, daneben kommen vor: Quarz, Adular, Periklin, Apatit, Epidot, Diopsid, Sphen, sowie

wiederum die dünntafligen Krystalle von Kalkspath. Diese Lagerstätten, welche sich in ganz gleicher Weise an anderen Punkten wiederholen, sind charakteristisch für den Contact des Centralgranits mit den Amphiboliten und scheinen auf diesen beschränkt zu sein.

Um die Folgerungen, welche sich aus den im Vorangehenden ausführlicher beschriebenen Beobachtungen ergeben, zusammenzufassen, so zeigt sich folgendes Bild für den centralen Theil des Gross-Venedigermassivs, welches aber ebenso für die Zillerthaler Gruppe gilt.

Der innerste Kern des Gebirges, welcher etwas nach Norden vorgeschoben ist, wird gebildet von einem auf die ganze Erstreckung hin sich gleichbleibenden granitischen Gestein, in welchem massenhafte dunkle Ausscheidungen, sowie aplitische Gänge vorhanden sind, und auf dessen Klüften sich Neubildungen von Mineralien finden, welche auf pneumatolytische Processe hinweisen. Ueberlagert wird dieses Gestein von Gneiss, welcher stellenweise in Amphibolit übergeht, ohne dass man aber mit Sicherheit weder den einen noch den andern als contactmetamorphische Bildungen ansehen dürfte. Diese Gneisse und Amphibolite sind geschichtete Gesteine und weisen hin und wieder Einlagerungen auf, welche den Einfluss der Contactmetamorphose in deutlicher Ausbildung erkennen lassen. Sie sind auf weitere Entfernung vom Granit durchschwärmt von Apophysen desselben, welche sich zum Theil auch lagerförmig zwischen die Schichten eindrängen; diese Zone enthält charakteristische Contactlagerstätten. Gegen überlagernde Schiefer zeigen sie stets normale Verhältnisse. Ueber dieser Schieferzone, welche auf der Südseite die Unterlage des Systems der krystallinen Schiefer bildet, finden sich auf der Nordseite zwei Lager von etwas abweichend ausgebildeten Graniten, zwischen welchen ein Band von Schiefer eingeklemmt ist, welchem die grossartigsten Minerallagerstätten der Alpen überhaupt angehören; dagegen ist an diesen Gesteinen Bildung von Apophysen etc. nicht zu beobachten.

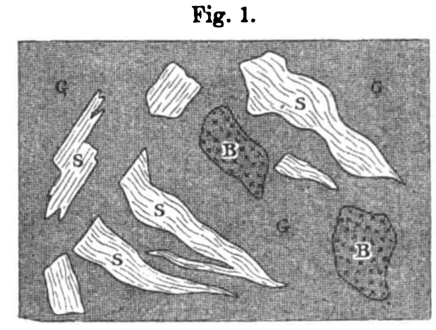
Diese letzteren Vorkommnisse sowohl wie die Gneisse und deren umgewandelte Einlagerungen werden in späteren Abtheilungen dieser „Beiträge zur Petrographie der Centralalpen“ ausführlicher behandelt werden. Hier soll zunächst nur eine genaue Charakteristik des „Centralgranits“, des Protogins der Ostalpen gegeben werden, an welche anschliessend die Umstände seiner Bildung und Umbildung eingehender erörtert werden sollen.

Petrographische Beschreibung des Centralgranits.

Der Centralgranit der Ostalpen ist in der richtungslos körnigen Ausbildung, welche überall den Kern der Massive bildet, aber auch in den Grenzzonen gegen die Schiefer zu manchmal noch in Wechsellagerung mit diesen auftritt, ein mittelkörniges Gestein, welches makroskopisch vorherrschend Quarz und Feldspath mit meist wenig dunklem Glimmer erkennen lässt, und er entspricht in seinem Aussehen vollständig dem Protogin der Westalpen, wie ihn z. B. Michel Lévy aus der Montblancgruppe beschreibt. Hin und wieder werden im frischesten Gestein Nester von Chlorit erkennbar; aber nur selten tritt, wie schon oben bemerkt, ein Muskovit als sicher primärer Bestandtheil in solcher Menge dazu, dass eigentlicher Zweiglimmergranit entsteht. Der Habitus dieser Gesteine ist, so nahe die Uebereinstimmung der makroskopisch erkennbaren Mineralien mit denen eines normalen Biotitgranites ist, ein eigenartiger, und man erkennt in jedem Handstück, dass man es mit Gesteinen zu thun hat, welche bedeutenden mechanischen Einwirkungen ausgesetzt waren. Statt der grösseren, fettglänzenden Quarzkörner erblickt man zermalmte, feinkörnige Aggregate dieses Minerals, und auch der Feldspath, welcher in allen untersuchten Gesteinen farblos ist, zeigt nur selten seine perlmutterglänzenden Spaltflächen, er hat vielmehr ein milchig trübes Aussehen. Der Biotit endlich bildet nicht häufig grössere, einheitlich spaltende Blättchen, sondern fast stets kleine Putzen schuppiger Aggregate. Wo diese Gesteine in schiefrige Varietäten übergehen, wird es zumeist noch schwerer, makroskopisch Quarz und Feldspath auseinanderzuhalten; diese beiden Mineralien bilden dann eine sehr feinkörnige, weisse, selten durch accessorische Beimengungen graulich bis gelblich gefärbte Masse, aus welcher nur die mehr oder weniger parallelgelagerten Blättchen von Biotit, sowie solche eines sericitartigen Glimmers auf den Schieferungsflächen hervortreten. Es kommen zwar hin und wieder, wenn auch seltener, Varietäten des Granites vor, welche deutliche Parallelstructur oder gar eine Schieferung aufweisen, ohne dass bei denselben weder in dem Auftreten noch in der Ausbildung der Mineralien irgend ein Unterschied gegenüber den richtungslos körnigen Varietäten zu erkennen wäre. So liegt eine Reihe von Vorkommnissen von Centralgranit vom Mösele im Schlegeisgrund, Zillerthal vor, bei welchen auch die vollkommen schiefrigen Varietäten in nichts eine intensivere Einwirkung der dynamischen Metamorphose erkennen lassen, als die normalen, körnigen, welche vielmehr mit Sicherheit auf ein primäres Vorhandensein dieser Schieferung hinweisen. Doch sind solche Vorkommnisse selten, und meist constatirt man in den schiefrigen Varietäten einestheils, dass die Zerreibung des Gesteines viel intensiver ist, und dass sich anderntheils auf den Schieferungsflächen Mineralien, vor Allem Sericit, angesiedelt haben, welche dem massigen Granit fehlen. Die ursprüngliche Structur war wohl weitaus vorwiegend die granitisch-körnige, Andeutungen von Porphyrstructur sind verhältnissmässig selten und finden sich nur an wenigen Stellen in den Randzonen, sowie in einzelnen Apophysen.

Als besonderes Charakteristikum des Centralgranits sind die oft zahlreichen basischen Putzen zu erwähnen, welche, wie schon oben bemerkt, in den centralen Theilen unregelmässig rundliche Form besitzen und in den dem Contact nahegelegenen Partieen langgestreckt erscheinen, stets aber ihre rundlichen Umrisse bewahren. Dieselben finden sich überall in dem Massengestein in fast gleicher Menge und lassen makroskopisch vorherrschend Hornblende und Biotit mit einem untergeordneten Feldspath erkennen. Ihre Zusammensetzung stimmt wohl hin und wieder mit einzelnen der Amphibolite überein, welche den Granit überlagern, aber doch dürften sie wegen der Form ihres Auftretens in den verschiedenen Theilen des Massengesteins, sowie wegen des charakteristischen Unterschiedes, welchen dieselben gegenüber unzweifelhaften Schiefereinschlüssen im Centralgranit aufweisen, eher als basische Ausscheidungen des noch flüssigen Magmas anzusehen sein. Was die beiden Bildungen unterscheidet, ist, wie aus beistehender Fig. 1 aufs Deutlichste hervorgeht, zunächst die äussere Form, die „Ausscheidungen (B)" in gerundeten, die eingeschlossenen Gesteinsfragmente (S) in zerrissenen, eckigen und zum Theil aufgeblätterten Stücken; sodann zeigen die letzteren stets eine deutliche Schichtung, lassen auch die Faltung und Umbiegung der Schichten erkennen, Erscheinungen, welche auch den schiefrig ausgebildeten Ausscheidungen stets fehlen. Derartige Schiefereinschlüsse sind bedeutend seltener und auf die dem Contact nahegelegenen Gesteine beschränkt.

Fig. 1.



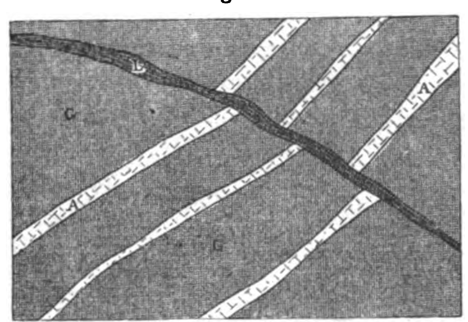
Gneisseinschlüsse (S) und basische Ausscheidungen (B), im Granit (G), am Habachkees. Maassstab ca. 1:15.

Makroskopisch erkennbare Verschiedenheiten in den Gesteinen des Centralmassivs selbst sind kaum zu beobachten, wenn man davon absieht, dass die primäre Parallelstructur oder die secundäre Schieferung mit ihren Folgeerscheinungen in den einen Varietäten vollständig fehlen, in anderen wieder in schöner Ausbildung vorhanden sind. Dagegen zeigen die gangförmigen Vorkommnisse innerhalb des Massengesteins sowohl als auch diejenigen, welche in die umgebenden Schiefer ausstrahlen, verschiedene Abweichungen vom Normalbestand in mineralogischer und in structureller Hinsicht. Was diese gangförmigen Bildungen betrifft, welche sowohl den Granit als auch die Schiefer durchsetzen und in beiden übereinstimmend beschaffen sind, so fallen unter denselben zunächst die aplitischen Gänge durch ihre ausserordentliche Massenhaftigkeit auf. Dieselben finden sich allenthalben im Granit — in den centralen Theilen etwas weniger häufig als gegen den Rand zu — und lassen fast stets im Grossen einen gewissen Parallelismus in ihrer Richtung erkennen, welcher darauf hinweist, dass die Zerreissungen, welche denselben den Weg gebahnt haben, gebirgsbildenden Kräften ihre Entstehung verdanken. Dass diese Gesteine nicht als spätere Ausfüllungen irgend welcher Art auf vorher vorhandenen Hohlräumen angesehen werden dürfen,

das beweist neben ihrer Structur und mineralischen Zusammensetzung, das häufige Vorkommen von Einschlüssen eckiger Fragmente von Granit in denselben. Das Gestein dieser aplitischen Gänge erscheint makroskopisch als ein mittelkörniges Gemenge von Quarz und Feldspath, welchem nur hin und wieder Biotitblättchen und, wo dieselben in die umgebenden Schiefer hinübergehen, Hornblendesäulchen beigemengt sind; die Gesteine haben nur geringe Neigung eine Schieferstructur anzunehmen und sind daher fast stets richtungslos körnig ausgebildet.

Ein zweites System von Gängen, welche den Granit sowohl als die Schiefer durchsetzen, zeigt den Biotit in bedeutender Menge, ich bezeichne sie daher als basische Gänge.[1]) Auch diese zeigen im Grossen parallele Richtung, welche diejenige der aplitischen Gänge quer durchsetzt; aber sie sind bedeutend seltener und niemals so fein verästelt wie die aplitischen Gänge, welche durch sie häufig verworfen werden. Das Auftreten dieser basischen Gänge (L) und ihr Verhältniss zu dem parallelen System der aplitischen Gänge (A) zeigt die Fig. 2. Die Gesteine der ersteren führen vorherrschend Biotit in einer saussuritartig aussehenden Grundmasse und weisen zum Theil Fluidalstructur, fast stets aber deutliche Schieferung, sowie ein aplitisches Salband auf. Das letztere ist zum Theil so scharf gegen das Ganggestein abgegrenzt, dass man im Zweifel ist, ob es einen Bestandtheil des durchbrechenden Gesteins bildet; meist aber ist es durch Uebergänge mit demselben verbunden.

Fig. 2.



Ein Zug paralleler Gänge von Aplit (A), verworfen von einem schmalen basischen Gang (L). Im Granit (G), am Untersulzbachkees. Maassstab ca. 1:35.

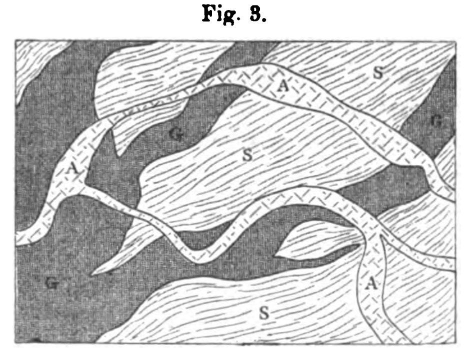
Die beiden Typen von Gängen finden sich sowohl innerhalb des Granites selbst als auch in den überlagernden Schiefern, wo die aplitischen Gänge ebenfalls zumeist ein ausserordentlich vielverzweigtes System wenig mächtiger Adern bilden, während die basischen Gänge dagegen meist stumpf zwischen den Schieferungsflächen endigen. Neben diesen beiden Formen gangförmiger Bildungen beobachtet man in den Schiefern auch normalgranitische Apophysen, welche sich von dem Hauptgestein durch einen Gehalt an Hornblende, sowie durch meist geringere Korngrösse unterscheiden. Diese granitischen Gänge haben eine grosse Neigung Lagergänge zu bilden, und sie sind

1) Ein Gestein dieser Art beschrieb ich früher (vergl. E. Weinschenk, Ganggestein aus dem Habachthal. Tscherm. mineralog. petrogr. Mitth. 14, 328) und reihte es unter Reserve beim Kersantit ein. Bei dem betreffenden Vorkommniss, welches im Gneiss in einer Entfernung von mehreren km vom Centralgranit aufgefunden worden war, wurde der Zusammenhang mit letzterem nicht erkannt, da dieser damals noch, dem allgemeinen Herkommen entsprechend, als Gneiss angesehen wurde.

es auch zumeist, welche in der Wechsellagerung mit den Schiefern auftreten und hier oft bedeutende Dimensionen erreichen. So befindet sich am Südabhang des Gross-Venedigers ein derartiger granitischer Lagergang oberhalb des Dorfer Kees, welcher über 100 m mächtig ist und am Contact mit dem Gneiss wiederum zahlreiche Apophysen in denselben aussendet. Interessant ist ein ähnliches, gleichfalls sehr mächtiges Vorkommen vom Ochsner im Zemmgrund, Zillerthal, wegen der eigenartigen Structur der Gesteine, welche daselbst anstehen. Dieselben haben nämlich mit gewissen Quarzporphyren aus den Westalpen grosse Aehnlichkeit, es sind dichte felsitische Gesteine mit deutlicher Porphyrstructur, welche in normale Granitporphyre übergehen. An den Contactzonen dieses Vorkommnisses mit dem Gneiss finden sich wohlausgebildete Contactbreccien, in welchen Bruchstücke von Gneiss durch schiefrigen Granit verkittet werden.

Das Verhältniss der granitischen Apophysen (G), welche sich besonders gern zwischen die Schichten der krystallinischen Schiefer (S) eindrängen, zu den aplitischen Gängen (A) ergibt nebenstehendes Profil 3 vom Weisseneck im Hollersbachthal. Die aplitischen Gänge sind auch hier jünger als der Granit, dürfen also nicht mit der Intrusion des Granites selbst in Verbindung gebracht werden, sondern sind zeitlich von dieser getrennt als Nachschübe anzusehen, ebenso wie die entsprechenden Gangbildungen im Granit, und die gleiche Beobachtung gilt auch für die basischen Gänge. Unter den eigentlichen Apophysen des Granites finden sich verhältnissmässig selten auch solche, welche bedeutende mineralogische Modificationen gegenüber dem Hauptgestein aufweisen. Auf das häufige Vorkommen von Hornblende, welche dem normalen Granit fehlt, wurde schon hingewiesen, an einzelnen Stellen aber tritt gleichzeitig mit der Anreicherung dieses Minerals der Quarz zurück, wie z. B. in den Apophysen, welche die Amphibolite am Griesfeld im oberen Floitengrund, Zillerthal, durchsetzen. Die hier beobachteten Gesteine sind zum Theil grobkörnige, sehr quarzarme Diorite.

Fig. 3.



Apophysen von Centralgranit (G) und Gänge von Aplit (A) in Amphibolit (S). Weisseneck im obersten Hollersbachthal. Maassstab ca. 1 : 30.

Die Contactzonen sind fast überall im ganzen Verlauf des Centralgranits in charakteristischer Ausbildung vorhanden, und nirgends kann, nach dem geologischen Befund, irgend ein Zweifel übrig sein, dass das Centralgestein der Reihe der massigen Gesteine angehört und nicht als Gneiss gedeutet werden darf. Seine Intrusion ist vielmehr zeitlich nach der Ablagerung der ihn umhüllenden Schichtgesteine anzusetzen, was auch einer der Gründe ist, wesshalb für diese Gesteine trotz der nahen Uebereinstimmung mit dem schon seit längerer Zeit als Massengestein erkannten Protogin der Westalpen der Name Centralgranit beibehalten wurde, da mit dem Namen

Protogin allzuleicht falsche Vorstellungen über die Altersverhältnisse hervorgerufen werden können.

An der Zusammensetzung des Centralgranits nehmen theil die Mineralien, Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Muscovit, Chlorit, Zoisit, Epidot, Orthit, Granat, Titanit, Zirkon, Apatit, Calcit und opake Erze, welche in weitaus den meisten Gesteinen alle zusammen auftreten. Wenn man sich Rechenschaft zu geben versucht über die ursprüngliche mineralische Zusammensetzung und Structur der als Centralgranit bezeichneten Gesteine, so wird man diese am besten durch eine genauere Betrachtung der richtungslos körnigen Varietäten des centralen Theiles des Granitmassivs gewinnen, da in diesen zumeist die ursprüngliche Ausbildung der Gesteine noch zu erkennen ist, welche in den schiefrigen zum Theil verloren ging.

Zunächst ist zu bemerken, dass man in diesen richtungslos körnigen Gesteinsvarietäten bei der Betrachtung im Mikroskop zwar stets eine intensive mechanische Umgestaltung erkennt, welche aber nie bis zur Zerreibung der Gesteine führt, und so bleibt die ursprüngliche Structur deutlich erkennbar. Man sieht in den meisten Fällen, dass die normale Ausscheidungsreihenfolge der Mineralien aus einem granitischen Magma sich noch mit Sicherheit constatiren lässt. Demgemäss bildet, abgesehen von einigen der accessorischen Bestandtheile, der Biotit den ältesten Gemengtheil, nach welchem Plagioklas, Orthoklas und Quarz auskrystallisirt sind. Was aber den Gesteinen einen auffallenden und vom normalen Typus weit abweichenden Charakter verleiht, das ist das Verhältniss dieser Mineralien zu denjenigen Bestandtheilen, welche in den gewöhnlichen Biotitgraniten fehlen oder wenigstens meistens nur als sicher erkennbare Zersetzungsproducte auftreten, zu Chlorit, Epidot, Zoisit, sericitartigem Muscovit und Calcit. Eine eingehendere Erörterung der aus den mikroskopischen Beobachtungen gewonnenen Erfahrungen, wird dieses Verhältniss am besten aufklären. Der Quarz, welcher wie stets in granitischen Gesteinen die letzte Ausfüllung darstellt, zeigt überall die Einwirkungen des Gebirgsdruckes auf das Deutlichste, er besitzt in allen untersuchten Dünnschliffen eine ausgezeichnete Kataklasstructur, welche übrigens schon bei der makroskopischen Betrachtung auffällt. An Einschlüssen ist er ziemlich arm, erwähnenswerth erscheinen krystallographisch orientirte Nadeln, wahrscheinlich von Rutil, welche hin und wieder zu beobachten sind, sowie selten auch Kalkspath. Von letzterem Mineral wurde ein wohlausgebildetes Rhomboëder als unzweifelhafter Einschluss in einem einheitlichen Quarzkorn in einem Vorkommniss aus dem oberen Krimmler Achenthal beobachtet, welches eine Deutung als secundäre Bildung nicht möglich erscheinen lässt. (Vergl. die Abbildung 1 auf Tafel V). Ausser in der Form einer Zwischenklemmungsmasse, welche durch den Gebirgsdruck zersprengt ist, findet sich der Quarz noch häufig in ziemlich feinkörnigen Aggregaten, oft gemengt mit kleinen Biotitschuppen, die sich besonders gerne auf den Bruchflächen der Feldspäthe ansiedeln, eine Art des Vorkommens, welche ebenso überall in den Protoginen beobachtet wurde.

Was die Verbreitung der Feldspathmineralien betrifft, so ist eine sichere Unter-

scheidung von Orthoklas und Plagioklas in diesen Gesteinen ausserordentlich erschwert durch die geringe Auslöschungsschiefe des Plagioklases einestheils, welche die wohl stets vorhandene Zwillingslamellirung dieses Minerals oft erst bei sehr genauer Untersuchung erkennen lässt, wie dies auch Michel Lévy an den Protoginen des Montblanc beobachtet hat. Anderntheils aber ist ein Theil der Feldspathkrystalle in einer Weise vollgepfropft mit Mikrolithen verschiedener Mineralien, so dass eine exacte Bestimmung der Lichtbrechungsverhältnisse in solchen Fällen kaum möglich ist. Aber wo man eine sichere Unterscheidung finden kann, ist es stets die, dass die mit Mikrolithen erfüllten Krystalle zum Plagioklas gehören, während dagegen der stets perthitisch mit Albit verwachsene Orthoklas an Einschlüssen sehr arm ist. Wenn man dies als maassgebend für die Unterscheidung der beiden ansieht, wofür alle Bestimmungen sprechen, so findet man, dass in den meisten Vorkommnissen von Centralgranit der Plagioklas über den Orthoklas vorherrscht, in einzelnen Fällen so sehr, dass die Gesteine als Tonalite bezeichnet werden müssen. Definitiv zu entscheiden aber ist die Frage, ob damit in allen Fällen das Richtige getroffen wurde, an dem mir vorliegenden Material nicht.

Der Plagioklas steht in seinen Lichtbrechungsverhältnissen und seiner geringen Auslöschungsschiefe dem Oligoklas nahe. Er tritt zum Theil in wohlausgebildeten Krystallen auf, welche manchmal weder in ihrer Form noch in der Ausbildung der Zwillingslamellen etc. irgend eine mechanische Beeinflussung erkennen lassen. Die Zwillingslamellen durchsetzen derartige Krystalle häufig nach zwei zu einander senkrechten Richtungen, ohne irgend eine Verbiegung oder Knickung aufzuweisen. In anderen Fällen aber sind die Krystalle durchgebrochen und in mehrere Stücke zerlegt, zwischen welchen sich das feinkörnige Quarzaggregat mit den Biotitleistchen angesiedelt hat, wie dies Fig. 3 der Tafel V zeigt; wieder andere Individuen endlich sind vollständig zu einem feinkörnigen Aggregat zermalmt. In allen aber ist der ausserordentliche Reichthum an Einschlüssen auffallend, von welchen Zoisit, Epidot, Biotit und Muscovit in kleinen, aber gutbegrenzten Krystallen überall vorhanden sind, zu welchen in vielen Fällen noch Dodekaëder von Granat treten. Fig. 2 der Tafel V gibt einen derartigen Plagioklaskrystall, welcher namentlich im Kern eine grosse Menge von Kryställchen dieser Mineralien beherbergt. Derselbe ist vollständig frisch und unzersetzt und zeigt durchaus keine Spur irgend einer mechanischen Umformung. Die Erscheinung selbst lässt jeden Zweifel über die richtige Erklärung dieser Einschlüsse als unmöglich erscheinen; die betreffenden Mineralien sind entweder primäre Bestandtheile des Massengesteins, oder aber auch der Plagioklas selbst ist secundärer Entstehung. Dagegen ist die ganze Art und Weise des Auftretens dieser Mineraleinschlüsse im Plagioklas mit der Auffassung derselben als secundärer Umwandlungsproducte irgend welcher Art, die sich auf Kosten des vorher vorhandenen Plagioklases gebildet hätten, nicht zu vereinbaren. Spuren eines Angriffs der Krystalle durch irgend welche chemische Agentien fehlen hier vollständig, und auch eine moleculare Umlagerung einer basischen Plagioklassubstanz im bereits verfestigten Gestein unter dem Einfluss des

Gebirgsdruckes, wie sie Becke[1]) annimmt, lässt sich hier bei dem Mangel irgend einer mechanischen Umformung der wohlausgebildeten Krystalle nur schwer wahrscheinlich machen. Man kommt daher durch die Betrachtung der Verhältnisse zwischen diesen Einschlüssen und dem Plagioklas selbst zu dem Resultat, dass dieselben als primäre Gemengtheile des Centralgranits angesehen werden müssen, eine Theorie, welche schon mehrfach für alpine Massengesteine aufgestellt wurde,[2]) aber niemals durch so wohlcharakterisirte Vorkommnisse, wie sie hier vorliegen, gestützt werden konnte, und in Folge dessen stiess diese Deutung auch stets auf allgemeinen Widerspruch. Diese Einschlüsse sind auch der hauptsächlichste Grund, wesshalb makroskopisch so selten Spaltflächen des Feldspaths sichtbar werden, sondern dieser einen mehr körnigen Habitus besitzt.

Der Orthoklas ist überall da, wo man dieses Mineral sicher identificiren kann, im Gegensatz zum Plagioklas fast einschlussfrei, oder es spielen wenigstens Einschlüsse in ihm nur eine sehr geringe Rolle. Die äussere Umgrenzung desselben ist niemals so gut ausgebildet, wie dies beim Plagioklas der Fall ist, aber auch hier sind Zermalmungen der Individuen in den körnigen Varietäten nicht gerade häufig. Vielmehr tritt der Orthoklas fast stets in grösseren, einheitlichen Körnern auf, welche vollkommen frisch und klar durchsichtig erscheinen, und perthitisch von Albitzügen durchwachsen sind. Einzelne Zerbrechungen, welche auch hier mit körnigem Quarz ausgeheilt sind, geben dieselbe Erscheinung, wie sie beim Plagioklas besprochen wurde. Im polarisirten Licht zeigt der Orthoklas oft das Verhalten des Kryptoperthits, und hin und wieder kommt auch Mikroklin vor. Was die Einschlüsse derselben betrifft, so sind vor Allem solche von Plagioklas zu erwähnen, welche in mehr oder weniger wohlbegrenzten Krystallen regellos in den einheitlichen Orthoklasindividuen eingeschlossen sind und fast stets schon bei einer ersten Betrachtung sich durch ihre Interpositionen von der durchsichtigen Orthoklassubstanz abheben. Sodann finden sich einzelne Körner von Quarz in demselben, welche meist rundliche Umrisse haben, auch beobachtet man in einzelnen Gesteinen mikropegmatitische Verwachsungen von Quarz mit Orthoklas, noch häufiger aber die weniger wohlcharakterisirten Formen einer Verwachsung dieser Mineralien, welche Michel Lévy als „quartz vermiculé" bezeichnet und abbildet. Von sonstigen Interpositionen finden sich nicht gerade zahlreich Lamellen von farblosem Glimmer, während die Kryställchen von Epidot, Zoisit, Granat etc., welche im Plagioklas so häufig sind, nur höchst ausnahmsweise in einzelnen Individuen auftreten.

Den letzten der charakteristischen Gemengtheile des Centralgranits bildet ein sehr dunkler, eisenreicher Biotit, welcher zum Theil in grösseren, dicktafligen Individuen, zum Theil in winzigen Leistchen auftritt, welch beide Formen stets neben

1) F. Becke, Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. Tscherm. miner. petr. Mitth. **13**, 379.

2) Vergl. v. Foullon, Ueber Porphyrite aus Tirol. Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt Wien. 1886, **36**, 747.

einander beobachtet werden und zumeist in nesterförmigen Anhäufungen beisammen sind. Diese Biotitflecken sind des Weiteren dadurch charakterisirt, dass sich in ihnen auch andere Mineralien anreichern, so bilden hier vor Allem Zoisit, Epidot und Granat zumeist in grösseren Krystallen, als sie in dem Plagioklas eingeschlossen vorkommen, selbstständige Gemengtheile des Gesteines; dazu kommt Orthit in einfachen Krystallen und Zwillingen, welche stets mit einem Epidotrand versehen sind, wie es an diesem Mineral das Gewöhnliche ist (vergl. Fig. 5 Tafel V); sodann Titanit, Apatit oft mit deutlichem Pleochroismus, und Zirkon in kleinen, scharf ausgebildeten Krystallen oder in grösseren, mehr gerundeten Körnern; auch Leisten von Muscovit treten in accessorischer Weise hier auf. Die Individuen des Biotits haben öfters ein löcheriges Aussehen in Folge der grossen Menge von Einschlüssen, von welchen vor Allem Titanit, Apatit und Zirkon, letzterer häufig mit pleochroitischen Höfen umgeben, vorherrschen; dazu kommen noch die bekannten, als Sagenit bezeichneten Bildungen von Rutil, sowie opake Erze, welche, ihrer Form nach zu schliessen, als Titaneisen anzusehen sind. In allen vorliegenden Proben dieser Gesteine findet sich in paralleler Verwachsung mit Biotit ein Chlorit, welcher seinem ganzen Auftreten nach ebenso als primärer Bestandtheil des Gesteines anzusehen ist, wie dies für Zoisit, Epidot etc. dargelegt wurde. (Vergl. Fig. 4 der Tafel V.) Der Chlorit weist dieselben Interpositionen auf wie der Biotit, zeigt um Einschlüsse von Zirkon dieselben charakteristischen pleochroitischen Höfe wie letzterer und findet sich überall in lamellarem Wechsel mit demselben, ohne dass irgend eine Spur einer Umwandlung an derartigen Bildungen zu beobachten wäre, vielmehr ist der Biotit vollständig frisch, zeigt den ihn charakterisirenden Pleochroismus von strohgelb zu dunkelbraun in vollständig normaler Weise und lässt auch keine besonders intensive mechanische Beeinflussung erkennen. Die Mengenverhältnisse von Chlorit und Biotit sind sehr wechselnd, meist bestehen nur einige Lamellen aus Chlorit, während der Biotit die Hauptmasse bildet, aber auch grössere einheitliche Individuen von Chlorit mit eingeschalteten Biotitlamellen kommen vor. Diese beiden Mineralien weisen oft eine meist allerdings geringe Verbiegung und Stauchung auf, welche namentlich an den basischen Schnitten deutlich ist. Interessant ist auch eine Stelle aus dem Centralgranit des Mösele, Zillerthal, wo der Biotit eine ungewöhnlich starke Stauchung erlitten hat; die stärker gepressten Partieen haben einen kräftigeren Pleochroismus als die normalen Stellen des Minerals und treten in ähnlicher Weise hervor, wie man dies bei den pleochroitischen Höfen zu sehen gewöhnt ist.

Von accessorischen Mineralien tritt in einzelnen Varietäten der Kalkspath, welcher gewöhnlich nur spärlich, aber sehr constant vorhanden ist, in etwas grösserer Menge auf und bildet in Form unregelmässiger Körner mit Zwillingslamellen, ähnlich wie der Quarz, die Ausfüllung zwischen den übrigen Bestandtheilen. Dass auch dieses Mineral primär den Gesteinen angehört, beweist Fig. 1 auf Tafel V, wo ein wohlausgebildetes Rhomboëder von Kalkspath im Granitquarz eingeschlossen ist. Auch auf das Vorkommen von Pyrit, welcher zum Theil von einem Rand von Magnetit umgeben ist, möchte ich noch hinweisen.

Wie schon bemerkt, ist die ursprüngliche Structur der richtungslos körnigen Varietäten von Centralgranit im Allgemeinen recht gut erhalten, wenn auch durch die Einwirkung des Gebirgsdruckes zum Theil weitgehende Aenderungen hervorgebracht wurden. So findet man in den meisten der Gesteine eine wohlausgebildete „Mörtelstructur", wobei die im Obigen beschriebenen, grösseren Individuen in einem feinkörnigen Aggregat derselben Mineralien eingebettet sind, welches wohl den mechanischen Einwirkungen seine Entstehung verdankt. Aber die Verhältnisse im Auftreten der einzelnen Mineralien, wie sie namentlich auch in denjenigen Varietäten studirt werden konnten, welche ohne Zweifel die ursprüngliche Structur noch vollkommen besitzen, weisen darauf hin, dass neben diesen mechanischen Veränderungen der Gesteine chemische keine wesentliche Rolle spielen, und dass namentlich alle Mineralien, welche den Centralgranit zusammensetzen, als primäre Bestandtheile desselben anzusehen sind. Den Centralgranit charakterisirt also das Auftreten von Kalkspath und von hydroxylhaltigen Silicaten, namentlich von Zoisit, Epidot, Orthit und Chlorit als ursprünglichen Bildungen aus dem schmelzflüssigen Magma.

Wenn man nun mit diesen Vorkommnissen die schiefrigen Varietäten vergleicht, so findet man, mit einziger Ausnahme des grösseren Gehaltes an sericitartigem Glimmer in vielen derselben, keine mineralogischen Unterschiede. Alle im Obigen aufgeführten Gemengtheile finden sich hier wieder, und es treten keine neuen hinzu. An einzelnen der schiefrigen Varietäten, namentlich an denjenigen, welche in den Contactzonen des Granits vom Mösele im Zillerthal gesammelt wurden, ist die schiefrige Ausbildung aller Wahrscheinlichkeit nach eine rein primäre Erscheinung. Das vollkommen schiefrige Gestein geht hier allmählich durch solche Gesteine, welche nur im Grossen eine gewisse Parallelstructur erkennen lassen, über in echten, richtungslosen Centralgranit. Und wenn man die Dünnschliffe unter dem Mikroskop mit einander vergleicht, so findet man mit Ausnahme des feineren Korns und der Parallelstellung eines grossen Theils der Glimmerblättchen in denselben kaum charakteristische Unterschiede. Es lässt sich zwar hier öfters eine mehr lagenweise Sonderung der einzelnen Mineralien erkennen; diejenigen Bestandtheile z. B., welche in den richtungslos körnigen Varietäten sich in den Glimmerputzen zusammenhäufen, finden sich hier als dünne Schichten wieder, aber die grösseren, wohlausgebildeten Einsprenglinge von Plagioklas, welche hier ebenso mit den Mikrolithen erfüllt sind, machen es nicht wahrscheinlich, dass diese Sonderung einer intensiven, secundären Zerreibung des Gesteins ihre Entstehung verdankt, für welche im Uebrigen auch sonst kein Anhaltspunkt in der Structur dieser schiefrigen Gesteine vorhanden ist. Der Glimmer, welcher durch seine vorherrschend parallele Lagerung den Grund zu der leichten Spaltbarkeit der Gesteine gibt, bildet im Allgemeinen dünnere Lamellen als in den normal ausgebildeten Varietäten; aber diese Lamellen, zu welchen sehr häufig ebenso dicktaflige Krystalle von Biotit querstehen, wie sie im richtungslos körnigen Granit vorherrschen, lassen nichts erkennen, was etwa auf eine Auswalzung derselben hinweisen würde. Das Aggregat von Quarz und Feldspath, das sich zwischen den Glimmerlagen befindet, ist feinkörnig und sondert sich zum Theil wieder in verschieden zusammengesetzte Lagen, ohne dass aber auch

an diesen intensivere Zermalmungen nachzuweisen wären. In weitaus den meisten schiefrigen Vorkommnissen jedoch findet man die deutlichsten Anzeichen, dass die Gesteine bedeutenden mechanischen Umformungen unterlegen sind, und in diesen kann man die Schieferung wohl in vielen Fällen für secundär ansehen. Als Neubildung findet sich auf den Schichtflächen solcher Gesteine besonders häufig ein sericitartiger Glimmer, welcher zu dünnen Häutchen verbunden ist; die Masse des Gesteines selbst ist dann oft in einer Weise zerrieben, dass die ursprüngliche Structur nicht mehr kenntlich ist, sondern ein mehr sandsteinähnliches Aggregat vorliegt, in welchem man aber dieselben Mineralien noch findet, wie in dem richtungslos körnigen Granit. Das Resultat des Gebirgsdruckes ist also auch in diesen schiefrigen Varietäten in der Hauptsache eine mechanische Umformung; die chemischen Einwirkungen sind auf ganz geringfügige Neubildungen beschränkt. Das Ergebniss dieser Beobachtungen an dem Centralgranit der Ostalpen deckt sich somit im Wesentlichen mit demjenigen, zu welchem Michel Lévy durch das Studium der Granite der Westalpen geführt wurde; hier wie dort lässt sich als einzig sicher erkennbare Folge der secundären Umbildung durch den Gebirgsdruck eine Aenderung der Structur der Gesteine erkennen.

Wenn man sich nun fragt, wodurch der Gneiss, welcher den Granit überlagert, sich von diesen schiefrigen Ausbildungsformen des letzteren unterscheidet, so ist eine in allen Fällen durchführbare Trennung nicht möglich. In denjenigen Vorkommnissen allerdings, welche den Typus des Gneisses darstellen, sind hinreichend Unterscheidungsmerkmale vorhanden, welche bei der Untersuchung im Dünnschliff wenigstens ein Erkennen derselben nicht schwer macht, aber diejenigen Bildungen, welche zunächst den Centralgranit überlagern, zeigen mit den schiefrigen Varietäten desselben die weitgehendste mineralogische und structurelle Uebereinstimmung. Wenn ich trotzdem diese Gesteine dem Centralgranit als ältere Bildungen entgegenstelle und nochmals betone, dass dieselben bei den Schiefergesteinen einzureihen sind, so geschieht dies vielmehr im Zusammenhang mit den Beobachtungen im Felde als auf Grund bestimmter petrographischer Unterschiede. Diejenigen Gesteine, welche als Gneiss anzusehen sind, werden von Apophysen des Granites in der mannigfachsten Weise durchbrochen, und es finden sich Bruchstücke derselben im Granit eingebettet vor, welche die Schieferung und Schichtung auf das Deutlichste erkennen lassen. Das Vorhandensein einer wohlausgebildeten Schichtung, einer häufig zu beobachtenden Wechsellagerung mit Amphibolit und Glimmerschiefer, in welche Uebergänge überall vorhanden sind, ist ein fernerer Punkt, welcher eine derartige Trennung nothwendig macht; ein Wechsel verschieden zusammengesetzter Schichten fehlt dem Centralgranit und lässt sich mit dem Charakter des Massengesteins auch nicht vereinigen. Sodann erweist sich der Gneiss auch im Streichen durchaus nicht als constantes Gestein, er geht in Amphibolite und ähnliche Gesteine über; endlich finden sich im Gneiss eingelagert eigenartige Schiefergesteine, welche nur als contactmetamorphe Bildungen aufgefasst werden können, in welchen der Gneiss alle beliebigen Uebergänge zeigt. Im typischen Gneiss ist der Unterschied ein sehr wohlcharakterisirter, hier fehlen dem Feldspath die

massenhaften Mikrolithen ebenso wie die perthitische Verwachsung mit Albit, es tritt in demselben oft ein ziemlich bedeutender Gehalt an wohlausgebildeten Rutilkrystallen auf, und nicht selten ist Graphitoid ein accessorischer Gemengtheil desselben; aber diese Merkmale verlieren sich gegen den Granit zu immer mehr, und in den Grenzzonen ist aus der petrographischen Beschaffenheit ein Schluss auf die Zugehörigkeit eines Gesteins zu der einen oder anderen Gruppe nicht mehr möglich, die Unterschiede werden hier schon durch ein Eindringen des granitischen Magmas zwischen die Schichten des Gneisses verdeckt.

Von gangförmigen Vorkommnissen wird der Centralgranit ebenso wie die umgebenden Schiefer durchsetzt, die im ersteren auftretenden Ganggesteine sind entweder aplitische, weiss erscheinende Vorkommnisse, in welchen makroskopisch nur Quarz und Feldspath zu beobachten sind, letzterer meist mit wohlausgebildeten Spaltflächen, oder es sind basische, glimmerreichere, graue bis dunkelgraue Gesteine, in welchen neben Biotit eine saussuritartig erscheinende, graulichweisse Grundmasse zu erkennen ist. Die mineralische Zusammensetzung der aplitischen Gänge, welche wie schon früher bemerkt, zu schiefriger Ausbildung nicht neigen, ist sehr einfach und weist in der Hauptsache Quarz, Orthoklas und Plagioklas nebst wenig lichtem, noch seltener auch dunklem Glimmer auf. Die Structur der Gesteine war ursprünglich, soweit dies in den stets etwas zertrümmerten Vorkommnissen sich noch constatiren lässt, vollständig normal. Der Quarz zeigt in charakteristischer Weise wieder die Kataklasstructur, der Orthoklas ist perthitisch mit Albit verwachsen, und die Lichtbrechung und Auslöschungsschiefe des Plagioklases machen die Zugehörigkeit des letzteren zum Albit wahrscheinlich. An Interpositionen ist der Orthoklas wie immer arm, der Plagioklas viel weniger reich als im Granit selbst. Nur selten finden sich im letzteren einzelne Zoisitmikrolithen, dagegen sind Blättchen von farblosem Glimmer in demselben häufiger. Der letztere findet sich auch sonst im Gestein in dünnen Schuppen, welche in mechanisch stark veränderten Stücken viel massenhafter auftreten. Stark modificirt erscheint die Zusammensetzung dieser gangförmigen Bildungen dort, wo sie in schmalen Adern die Schiefer, vor Allem die Amphibolite durchsetzen. So finden sich derartige aplitische Gänge im Amphibolit von wenigen mm Mächtigkeit, welche die letzten Verästelungen ziemlich normal zusammengesetzter Gänge bilden, zwischen „Ofner Alpe“ und „Weisseneck“ im Hollersbachthal, die aus einem weit vorherrschenden, körnigen Aggregat von Zoisit mit wenig Epidot bestehen, neben welchen noch einzelne zerdrückte Quarzkörner, sowie kleine, grüne Amphibolsäulchen vorhanden sind.

Der makroskopische Habitus der basischen Gänge ebenso wie deren mikroskopische Beschaffenheit stimmt mit dem von mir früher als „Ganggestein aus dem Habachthal“ beschriebenen Vorkommniss überein. Es sind Gesteine, in welchen der Gehalt an Quarz und Feldspath geringer ist, dagegen treten hier die basischen Mineralien, vor Allem Glimmer, Zoisit, Epidot mehr in den Vordergrund. Die structurellen Verhältnisse dieser meist schiefrigen Vorkommnisse sind schwer zu definiren und machen

im Allgemeinen den Eindruck einer starken, mechanischen Umformung. Hinzufügen möchte ich noch, dass das damals als Contactbildung angesehene, schmale Band von Quarz und Feldspath, welches an den meisten dieser Vorkommnisse auftritt, thatsächlich dem Ganggestein selbst angehört; mineralogisch zeigen diese lichtgefärbten Salbänder die Ausbildung eines schiefrigen Centralgranits, in welchem der Biotit nahezu vollständig fehlt.

Hier muss auch ein gangförmig im Centralgranit auftretendes Gestein erwähnt werden, welches auf der Höhe des „Krimmler Thörl" zwischen Obersulzbach- und Krimmler Achenthal gesammelt wurde. Das Gestein desselben besteht aus schlierenartigen Partieen von verschiedener Structur, die einen stimmen mit den sogleich zu besprechenden hornblendehaltigen, basischen Putzen überein, während die anderen grobkörniger sind und grosse Hornblende- und Glimmerkrystalle in einer feinkörnigen, weissen Grundmasse enthalten. Unter dem Mikroskop erkennt man neben den makroskopisch hervortretenden Mineralien Hornblende und Biotit zahlreiche Krystalle von Granat und Zoisit, sowie kleine Biotitfetzen in einem sehr feinkörnigen Gemenge von vorherrschendem Quarz mit einem nicht sicher bestimmbaren Feldspath. Die Hornblende hat den normalen Pleochroismus von bläulichgrün zu lichtgelb, in einzelnen Fällen weist sie auch einen bräunlichen Kern auf, und sie umschliesst in grosser Menge || der Spaltbarkeit eingelagerte Nadeln von Rutil; Zwillingsbildung ist häufig, irgend eine Störung durch mechanische Beeinflussung wurde nicht beobachtet.

Eine analoge Zusammensetzung zeigen die öfters erwähnten basischen Putzen, bei welchen man auch zwischen Hornblende-haltigen und Hornblende-freien unterscheiden kann. In einem derselben, dem Hornblende-reichsten, welcher am Mösele im Zillerthal gesammelt wurde, ist die mineralische Zusammensetzung und die Structur leicht zu übersehen. Kleine Fetzen von grüner Hornblende mit Einschlüssen von Rutil, sowie dem bräunlichen Kern, lappige Partieen von Biotit, wohlausgebildete Krystalle von Plagioklas mit Einschlüssen von Zoisit, Epidot, Muscovit, Biotit und Hornblende und endlich eine spärliche Ausfüllungsmasse von Quarz setzen diese Gebilde zusammen. Zumeist aber ist die Structur nicht mehr in solcher Deutlichkeit zu erkennen, die farblosen Gemengtheile bilden dann ein schwer zu entwirrendes, feinkörniges Aggregat, aus welchem die farbigen Gemengtheile, Hornblende und Biotit hervortreten. Am wenigsten deutlich sind die Verhältnisse bei den Hornblende-freien Putzen, welche in ihrer Zusammensetzung und Ausbildung überhaupt grosse Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen basischen Gängen besitzen. Im Zusammenhang möchte ich noch erwähnen, dass sowohl im Centralgranit selbst als in den umgebenden Schiefern der Contactzone hin und wieder abweichend ausgebildete Mineralaggregate in Form kleiner Linsen auftreten, welche aus Hornblende, Biotit und Chlorit in || Verwachsung, Granat in verhältnissmässig grossen Ikositetraëdern, sowie Quarz bestehen, und dass dann häufig von diesen aus kleine Aederchen, welche dieselbe Mineralcombination aufweisen, in das umgebende Gestein ausschwärmen.

Was die im Granit selbst und in dessen Contactzonen auftretenden Mineralgänge

und deren Paragenesis betrifft, so ist eine eingehendere Untersuchung derselben einer später erfolgenden mineralogischen Bearbeitung des ganzen Gebietes des Gross-Venedigermassivs vorbehalten, während ein weiterer Abschnitt dieser „Beiträge zur Petrographie der Centralalpen", die Granite der höheren Niveaus sowohl als auch die contactmetamorphische Umwandlung des Nebengesteins umfassen wird. Die petrographischen Verhältnisse des „Centralgranits", welchen Namen ich trotz des häufig hohen Plagioklasgehaltes und trotz des Ueberganges dieser Gesteine in echte Tonalite doch für die Gesammtheit der in Rede stehenden Gesteine beibehalten möchte, glaube ich im Obigen ausführlich auseinandergesetzt zu haben, es erübrigt nun nur noch die aus dem petrographischen Befund abzuleitenden chemisch-geologischen Ergebnisse dieser Untersuchungen eingehender zu besprechen.

Chemisch-geologische Deutung der Resultate der Untersuchung des Centralgranits.

Die mineralische Zusammensetzung der unter dem Namen Centralgranit zusammengefassten Gesteine weist darauf hin, dass bei der Erstarrung derselben ungewöhnliche Verhältnisse geherrscht haben. Ein Zweifel darüber, dass die Gesammtheit der als Bestandtheile dieser Gesteine aufgeführten Mineralien denselben ursprünglich angehört, ist nach der Art und Weise, wie dieselben in den am wenigsten veränderten Gesteinen auftreten, nicht möglich. Einer Erklärung derselben als einfacher Zersetzungsproducte der ursprünglichen Mineralien der Gesteine steht die vollkommene Frische dieser letzteren im Wege, und wenn man sie, wie dies heutzutage häufig geschieht, als Ergebnisse der Dynamometamorphose erklären wollte, so müsste erst eine Deutung dafür gefunden werden, wie durch eine Pressung Neubildungen von Mineralien innerhalb der einzelnen, ursprünglichen Bestandtheile eines festen Gesteins entstehen sollten, ohne dass diese selbst irgend eine Spur der mechanischen Einwirkung erkennen lassen. Aber ausser in der mineralischen Zusammensetzung des Centralgranites selbst findet man auch bei der geologischen Durchforschung des Gebietes mannigfache Anzeichen dafür, dass die Bedingungen bei seiner Erstarrung von denjenigen, unter welchen normale granitische Gesteine sich verfestigt haben, weit abweichende waren. Der geologische Befund spricht dafür, dass die Intrusion des Centralgranits mit den gebirgsbildenden Processen in engsten Zusammenhang zu bringen ist, dass dieses Gestein zwischen die durch die Faltung gelockerten Schichten der Schiefer unter gewaltigem Druck eingepresst wurde, und dass bei seiner Erstarrung dieselben Spannungsverhältnisse herrschten, welchen man vom Standpunkt der Dynamometamorphose aus die secundäre Umbildung des Gesteins zuschreiben will.

Schon die Einschlüsse von gefaltetem Gneiss, welche in Fig. 1 auf Seite 727 dargestellt sind, zeigen an, dass vor der Intrusion des Granites die Schichtenstörung

begonnen hatte. Einen viel bedeutenderen Beweis für diese Anschauung liefern aber die als Contactbildungen charakterisirten, graphitoidreichen Glimmerschiefer auf der Südseite des Gross-Venedigerstockes, welche als Einlagerungen im Gneiss auftreten. In diesen finden sich in grosser Zahl Mineralneubildungen, welche man nur der Contactmetamorphose zuschreiben kann, in welchen die Vertheilung der Einschlüsse von Graphitoid darauf hinweist, dass die Schichten zur Zeit der Entstehung dieser Mineralien schon stark gefaltet waren. Man constatirt hier häufig, dass an einem neugebildeten Krystall von Feldspath, Turmalin, Glimmer oder Granat die gefalteten Schichten des umgebenden Gesteins nicht absetzen, sondern dass die Einschlüsse von Graphitoid in dem Krystall selbst genau die Fortsetzung der Schichten mit all ihren Verbiegungen bilden, welche durch die Krystallisation des betreffenden Minerals in keiner Weise gestört erscheinen. Sie ziehen sich in Windungen und Faltungen durch die Krystalle hindurch und verlaufen am anderen Ende wieder in die normale Schichtung. Diese Gesteine, deren genauere Charakterisirung in einem der nächsten Abschnitte dieser „Beiträge zur Petrographie der Centralalpen etc.“ erfolgen wird, waren also schon intensiv gefaltet, als die betreffenden Mineralien sich in ihnen ausbildeten, und da die Entstehung derselben nur der metamorphosirenden Einwirkung des granitischen Magmas zugeschrieben werden kann, so liefern sie den directesten Beweis dafür, dass das letztere erst nach dem Beginn der Faltung heraufgepresst wurde.

Die Umstände bei der Bildung dieser Gesteine sind ganz dieselben, wie sie zur Erklärung der abweichenden Entwicklung der Peridotite dieses Gebietes herangezogen wurden, in welchen auch hydroxylhaltige Silicate vor Allem als abweichende Gesteinsgemengtheile beobachtet wurden. Jedenfalls wird man, wenn man die Verhältnisse im Auftreten dieser Mineralien in dem Centralgranit betrachtet, wie sie Fig. 1, 3 und 4 der Tafel V geben, dieser Erklärungsweise eine grössere Uebereinstimmung mit dem thatsächlich Beobachteten zuschreiben müssen, als allen Versuchen, die betreffenden Gemengtheile als secundäre Bildungen im bereits verfestigten Gestein zu deuten. Die Mineralien Zoisit, Epidot, Orthit, Chlorit, Kalkspath etc. sind somit als primäre Bestandtheile des Centralgranits anzusehen, und ihre Bildung wird durch die eigenartigen Umstände bei der Erstarrung dieses Gesteins unter dem hohen Druck des sich zusammenfaltenden Gebirges verständlich. Dass die Mikrolithen von Zoisit und Epidot sich fast ausschliesslich in dem Plagioklas, und nur in sehr geringer Menge im Orthoklas und Quarz finden, wird wohl damit zu erklären sein, dass das granitische Magma in einem bestimmten Stadium der Krystallisation die Tendenz hatte, basischere Plagioklase auszuscheiden, welche im Augenblick der Entstehung aber in die unter diesen Umständen offenbar stabilere Combination Zoisit-Oligoklas zerfielen. Aehnliche Betrachtungen erklären auch das so häufige Auftreten von wohlausgebildeten Muscovitblättchen im Plagioklas dieser Gesteine, sowie die parallelen Verwachsungen von Biotit und Chlorit und endlich das Vorkommen von Kalkspath, an dessen primärer Natur schon die Verhältnisse in Fig. 1 der Tafel V keinen Zweifel übrig lassen. Auch eine Anzahl von Erscheinungen in der Structur des Centralgranits ist durch die Annahme der

Erstarrung desselben unter starkem, seitlichem Druck leichter zu erklären, als wenn man den Druck erst nach der Verfestigung des Gesteines als wirksam annimmt. Allerdings darf man nicht erwarten, dass sich die Wirkung eines seitlichen Druckes weit in ein flüssiges oder viscoses Gemenge fortpflanzt, wie dies ein granitisches Magma zur Zeit der beginnenden Erstarrung ist, hier wird sie vielmehr sich mit derjenigen einer allseitigen Spannung decken, aber in den äussersten Randzonen wird man die parallele Lagerung der Glimmerblättchen, die Längsstreckung der basischen Putzen, welche sich gleichfalls im Stadium der Verfestigung befanden, auf diese Weise erklären können. Die parallele Anordnung der Glimmerblättchen und das Auftreten schiefriger Varietäten ist ja in der Hauptsache nur am Rande des granitischen Massivs zu beobachten. In den verhältnissmässig seltenen Vorkommnissen schiefriger Centralgranitvarietäten, in welchen bedeutendere Unterschiede gegenüber den massig ausgebildeten nicht nachgewiesen werden können, lässt sich die Schieferung somit wohl als eine primäre Erscheinung deuten. Damit soll natürlich keineswegs die Behauptung aufgestellt werden, dass die schiefrigen Varietäten im Allgemeinen so entstanden sein sollten, im Gegentheil finden sich in vielen deutliche Beweise einer besonders intensiven mechanischen Umformung, mit welcher wohl auch die Schieferung in Zusammenhang zu bringen ist.

Durch den während der Erstarrung der Gesteine herrschenden hohen Druck wird es ferner wahrscheinlich gemacht, dass gewisse Einwirkungen desselben in Form der Zerbrechung von Bestandtheilen und der Zerreibung derselben in den späteren Stadien der Erstarrung hervorgetreten sind, als sich schon gewissermassen ein festes Gerüste des Ganzen ausgebildet hatte, zwischen welchem noch die letzten Reste des Magmas nach Art einer Mutterlauge vorhanden waren. Auf diese Weise erklären sich die Zerbrechungen der Feldspäthe, welche durch feinkörnigen Quarz oder durch Aggregate von Quarz mit feinen Glimmerlamellen wieder ausgeheilt sind, am besten. Die Risse, auf welchen diese Neubildungen sich angesiedelt haben, setzen am Rande der Krystalle ab und lassen sich nicht in die danebenliegenden Mineralien verfolgen, wie es doch wohl der Fall sein müsste, wenn die Zerbrechungen im vollständig verfestigten Gestein vor sich gegangen wären. Eine weitere Frage ist die, ob nicht auch die stets im Quarz so deutlich ausgebildete Kataklasstructur zum Theil wenigstens darauf zurückzuführen ist, dass durch die bei der Erstarrung herrschende Spannung die letzte Ausfüllungsmasse der Lücken schon während ihrer Verfestigung durch diese betroffen wurde, dass also gewissermassen der Quarz im Augenblick seiner Krystallisation schon eine Torsion erlitt, welche sich in der Zertheilung desselben in optisch wenig verschiedene Felder darstellt, deren Grenzen im Allgemeinen eine constante krystallographische Orientirung haben. Man würde dann leichter verstehen, wesshalb in solchen Gesteinen, wo der Quarz so charakteristische Kataklasen zeigt, das so biegsame Glimmermineral kaum Spuren einer Beeinflussung durch den Druck erkennen lässt, und in einzelnen Fällen überhaupt nur an dem optischen Verhalten des Quarzes die Anzeichen einer mechanischen Veränderung des Gesteines vorliegen. Was aller-

dings dann noch für die Thätigkeit der Dynamometamorphose übrig bleibt, ist nur sehr wenig, in der Hauptsache fällt ihr die secundäre Zerreibung des Gesteines zu, welche zu feinkörnigen, sandsteinartigen Aggregaten führt, die zum Theil auch eine secundäre Schieferung aufweisen und hin und wieder wenig bedeutende Mineralneubildungen, vor Allem auf den Schieferungsflächen erkennen lassen.

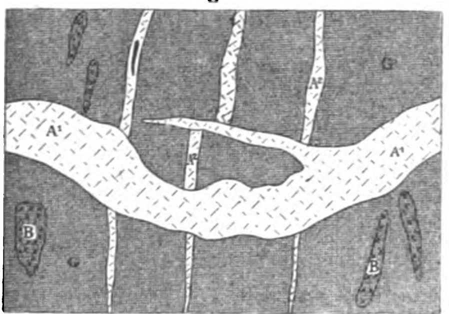
Man muss also den Centralgranit als ein aus einem normalen granitischen Magma unter anomalen Verhältnissen krystallisirtes Gestein auffassen; seine abweichende mineralische Zusammensetzung und die Eigenheiten seiner Structur sind in der Hauptsache nicht die Ergebnisse secundärer Umänderungen eines ursprünglich vielleicht normalen mineralischen Bestandes durch die bei der Stauung der Gesteine freiwerdenden chemischen und physikalischen Kräfte, also irgend einer Form des **Dynamometamorphismus,** sondern sie sind vielmehr mit Sicherheit als durchaus primär anzusehen und einer ursprünglichen Krystallisation unter den ungewöhnlich hohen Spannungsverhältnissen des sich zusammenfaltenden Gebirges zuzuschreiben, Verhältnisse, welche man wohl am kürzesten mit dem Ausdruck **Piëzokrystallisation** bezeichnet. Ich verstehe unter Piëzokrystallisation die durchaus primäre Ausbildung massiger Gesteine, bei welcher neben der für die Krystallisation eines normalen Tiefengesteins anzunehmenden hohen Spannung noch die Zusammenpressung durch den Gebirgsdruck während der Erstarrung des Gesteines in Rechnung zu ziehen ist. Die unter solchen Verhältnissen gebildeten Vorkommnisse weisen gegenüber normalen Gesteinen ähnlicher Zusammensetzung bedeutende Unterschiede in ihrem mineralischen Bestand auf, welche sich hauptsächlich in dem Auftreten primärer hydroxylhaltiger Silicate äussern.

Dass die Thätigkeit der gebirgsbildenden Kräfte nach der vollständigen Verfestigung des Centralgranits durchaus nicht abgeschlossen war, das beweisen neben den Vorkommnissen von secundärer Schieferung, von Mörtel- und Mikrobreccienstructur in vielen Varietäten dieser Gesteine eine Anzahl Beobachtungen, welche über das geologische Auftreten derselben und über die Beziehungen angestellt werden konnten, in welchen der Centralgranit zu den jüngeren, in Form von Gängen auftretenden Massengesteinen des Gebietes steht. Die parallele Anordnung der aplitischen Gänge vor Allem, welche aus Fig. 2 S. 728 und Fig. 4 S. 742 ersichtlich ist, weisen darauf hin, dass die Fugen, auf welchen dieselben heraufgedrungen sind, gebirgsbildenden Kräften ihre Entstehung verdanken, wie auch die Richtung derselben mit der hauptsächlichen Richtung der Schieferung übereinstimmt. Diese aplitischen Gänge, welche häufig Fragmente des Granites losgebrochen haben und umschliessen (vergl. Fig. 5 S. 742) sind mit Sicherheit als Nachschübe der granitischen Intrusion anzusehen. Wie man aus Fig. 4 ersieht, erfolgten aber diese Nachschübe in verschiedenen von einander getrennten Epochen; ein mächtiger junger Gang von Aplit (A^1), durchbricht und

verwirft einen Zug paralleler älterer Aplitgänge (A^2), welche in ihrer Zusammensetzung mit ersterem übereinstimmen.

Ebenfalls als Folgeerscheinungen der granitischen Intrusion sind die als basische Gänge bezeichneten Bildungen zu betrachten, welche ebenso wie die jüngeren Aplitgänge die parallelen Systeme der älteren Aplitgänge quer durchsetzen und verwerfen. Aber während die aplitischen Gänge im Allgemeinen eine feine Verästelung und Verzweigung zeigen, sind die basischen Gänge meist viel breiter und endigen sehr häufig stumpf, so dass man annehmen muss, dass im Gegensatz zu dem leichtflüssigen Magma, welches zur Entstehung der Aplite Anlass gab, und welches in die feinsten Klüfte eindringen konnte, der Zustand dieser basischen Spaltungsproducte zur Zeit ihrer Intrusion vielmehr ein dickflüssiger war. In Fig. 5 ist das typische Verhältniss der beiden Gesteine dargestellt, nach einer Stelle über dem Untersulzbachkees, wo gleichzeitig die aplitischen Gänge (A), sowie der Granit (G) von einem Mineralgang (M) durchsetzt werden, welcher sich leider nicht bis zu dem basischen Gang (L) verfolgen liess.

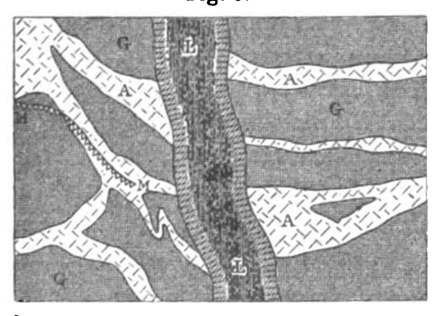
Fig. 4.



System paralleler Aplitgänge (A^2) in Granit (G), durchbrochen u. verworfen von jüngerem Aplitgang (A^1), die basischen Putzen (B) sind theilweise in die Länge gezogen. Keeslahner Wand, Obersulzbachthal. Maassstab ca. 1:20.

Derartige Mineralgänge sind im Gebiet des Centralgranits weitverbreitete Erscheinungen und die Paragenesis derselben weist auf pneumatolytische Processe hin, welche als Folgeerscheinungen der granitischen Intrusion anzusehen sind. Man findet hier zunächst Muscovit in wohlausgebildeten, oft dicktafligen Krystallen mit glänzenden Randflächen, flächenreiche Krystalle von Quarz, Tafeln von Kalkspath, Adular, Albit, Titansäuremineralien, Apatit u. s. w.

Fig. 5.

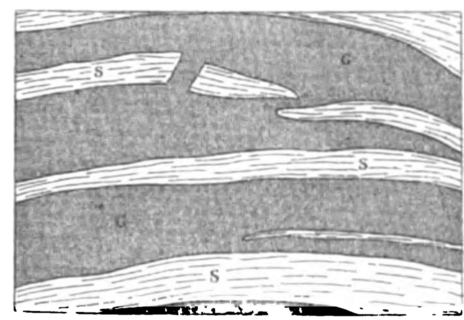


System paralleler Aplitgänge (A) mit Einschluss von Granit und Mineralgang (M), in Granit (G), durchbrochen von basischem Gang (L) mit saurem Salband. Untersulzbachkees. Maassstab ca. 1:40.

Wie schon früher bemerkt, sind die Gesteine, welche hier als Centralgranit zusammengefasst werden, nicht ausschliesslich Granite im engsten Sinne des Wortes, vielmehr tritt in sehr vielen Varietäten eine Vertretung des Orthoklases durch Plagioklas ein, welche bis zur völligen Verdrängung des letzteren geht. Vom Orthoklas-reichen normalen Zweiglimmergranit des obersten Stubachthals finden sich so innerhalb dieser Gruppe alle Uebergänge in echten Tonalit; da aber im Allgemeinen granitische Gesteine vorwalten und der Name Centralgranit

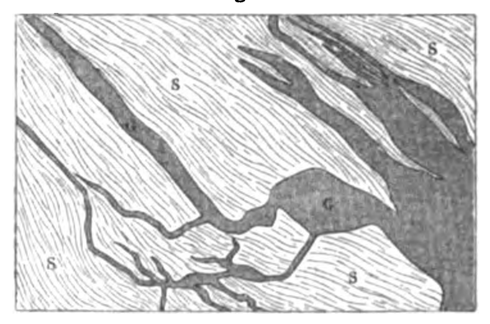
in den Ostalpen eine gewisse historische Berechtigung besitzt, so wurde derselbe hier beibehalten, einestheils um einen zusammenfassenden Begriff für diese zusammengehörigen Gesteine zu geben, anderntheils um darauf hinzuweisen, dass dieselben in allen Ausbildungsformen etwas von den normalen Gliedern der massigen Gesteinsreihe Abweichendes zeigen, das mit ihrer centralen Lage in dem mächtigen Faltengebirge allein erklärt werden kann. Gleichzeitig möchte ich hier nochmals betonen, *dass in den hauptsächlichsten Zügen Centralgranit und Protogin identisch sind*, dass aber der letztere Namen aus den Westalpen desshalb nicht auf die Gesteine der Ostalpen übertragen wurde, weil durch denselben leicht falsche Vorstellungen über die Altersverhältnisse des granitischen Gesteins zu den umgebenden Schiefern hervorgerufen werden.

Fig. 6.



Lagergänge von Granit (G), in Amphibolit (S) mit Schichtenzerbrechung. Ofner Alpe, Hollersbachthal. Maassstab ca. 1:30.

Fig. 7.



Verzweigung granitischer Apophysen (G), in Amphibolit (S). Mairalpe, Habachthal. Maasstab 1:30.

Die Verhältnisse am Contact von Centralgranit und Gneiss sind durchaus nicht einfach, so zwar, dass man in den meisten Fällen die Grenze zwischen beiden Gesteinen nicht angeben kann. Das Eindringen des granitischen Magmas zwischen die Schichten des Gneisses, welches sich so ausserordentlich oft wiederholt, lässt eine genaue Trennung beider schwer erscheinen, aber die häufigen Apophysen von Granit im Gneiss weisen zum Theil durch ihre abweichende Ausbildung, wie Porphyrstructur und Contactbreccien, zum Theil durch ihre durchgreifende Lagerungsform darauf hin, dass beide Gesteine nicht zusammengeworfen werden dürfen, zumal ausserdem die Gneisse in engster Verbindung mit anderen Schiefern stehen, welche den Charakter von Schichtgesteinen in ausgeprägtem Maasse besitzen. Etwas weniger unklar sind die Verhältnisse dort, wo nicht Gneiss, sondern Amphibolit den Granit überlagert. Es wurde zwar früher auch hier von allmählichen Uebergängen des ersteren in letzteren gesprochen, eine Vorstellung, welche hauptsächlich durch das ausserordentlich massenhafte Vorkommen von lagerförmigen Apophysen des Granits im Amphibolit hervorgerufen wurde, dass diese Wechsellagerung mit einer Schichtung aber nichts zu thun hat, das beweisen am besten die beiden Fig. 6 und 7, denen ich kein weiteres Wort hinzuzufügen brauche.

Jedenfalls ist hier die Unterscheidung der beiden verschiedenen Gesteinsgruppen der Schiefer und des Granits schon in Folge der weit abweichenden mineralogischen Beschaffenheit eine sehr viel leichtere als dies gegenüber dem Gneiss der Fall ist, und in Folge dessen ist hier die Grenze des eigentlichen Centralgranitmassivs mit sehr viel grösserer Schärfe festzustellen.

Ueber das Alter der Schiefergesteine, welche den Granit hier überlagern, lassen sich aus den Beobachtungen keine Schlüsse ziehen und ebensowenig darüber, ob Gneiss und Amphibolit erst in Folge der Beeinflussung durch das granitische Magma ihre heutige Structur und ihre mineralische Zusammensetzung erhalten haben, diese Fragen müssen zunächst ungelöst bleiben. Jedenfalls aber sind diese Schiefer die ältesten Bildungen, welche in diesem Theil der Ostalpen überhaupt aufgeschlossen sind, und ebenso deutlich ist zu erkennen, dass hier eine derartige regelmässige Aufeinanderfolge verschiedener, wohlcharakterisirter Formationen nicht vorhanden ist, wie man sie für andere Gebiete des archäischen Systems wahrscheinlich gemacht hat.

Auch das absolute Alter des Centralgranits kann hier nicht festgestellt werden, indess dürfte für diese Gesteine annähernd dieselbe Eruptionszeit anzunehmen sein, wie für den Protogin der Westalpen, von welchem abgerollte Bruchstücke in obercarbonischen Conglomeraten aufgefunden wurden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind somit folgende: Der Centralkern des Gross-Venedigerstockes, ebenso wie der des Zillerthaler Hauptkammes wird von einer Reihe intrusiver Gesteine gebildet, welche unter dem Namen **„Centralgranit“** zusammengefasst werden. Die Gesteine sind im Centrum der Massive stets richtungslos körnig ausgebildet, lassen aber auch hier häufig die Einwirkungen des Gebirgsdruckes auf das Deutlichste erkennen. Gegen die Randzonen zu treten schiefrige Varietäten auf, deren Ausbildung theils auf eine primäre Parallelstructur, theils auf eine secundäre Schieferung zurückzuführen ist. Charakteristisch für den Centralgranit ist das häufige Vorkommen rundlicher, basischer Putzen, paralleler Systeme feinverzweigter, aplitischer Gänge, welche oft in Verbindung mit pneumatolytischen Mineralgängen stehen, sowie breiter, stumpfer, basischer Gänge.

Die Contactzonen mit den überlagernden Schiefern sind stets durch ein weitverzweigtes System von Apophysen bezeichnet, neben welchen auch hier aplitische und basische Gänge auftreten. Diese Apophysen bilden theils Lagergänge, theils verzweigen sie sich aufs Feinste in den umgebenden Gesteinen und sind noch auf Entfernungen von 2—3 km vom Granit selbst zu verfolgen.

Die als Centralgranit zusammengefassten Gesteine sind nur selten echte Zweiglimmergranite, häufiger Plagioklas-reiche Biotitgranite, welche in echte Tonalite übergehen. Sie besitzen in ihrer richtungslos körnigen Form granitische Structur, welche aber oft durch eine secundäre Zertrümmerung verdeckt wird. Die mineralische Zusammensetzung dieser

Gesteine ist ziemlich complicirt, man beobachtet Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Muscovit, Chlorit, Zoisit, Epidot, Orthit, Granat, Zirkon, Apatit, Calcit, Pyrit, Magnetit, Rutil und Titaneisen, welche in den meisten Varietäten alle zusammen vorhanden sind. Für all diese Mineralien ergibt sich aus der mikroskopischen Untersuchung der Gesteine, dass sie als primäre Gemengtheile des Centralgranits anzusehen sind, und dass die ungewöhnlichen Bestandtheile weder einer Verwitterung noch auch einer dynamometamorphen Umbildung ihre Entstehung verdanken. Sie sind vielmehr den im Obigen mit dem Namen **Piëzokrystallisation** bezeichneten Verhältnissen zuzuschreiben.

Als Resultate einer secundären dynamischen Metamorphose des schon verfestigten Gesteins sind fast ausschliesslich structurelle Aenderungen, Zerreibungen der einzelnen Gemengtheile, secundäre Schieferung etc. anzusehen, zu welchen nur sehr untergeordnet Mineralneubildungen, namentlich von Sericit auf den Schieferungsflächen, hinzukommen.

München, Mineralogisches Institut, November 1894.

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1. Rhomboëder von Calcit als Einschluss im Granitquarz. Aus dem richtungslos körnigen Centralgranit des obersten Krimmler Achenthales. + Nicols. Vergrösserung ca. 270 fach.

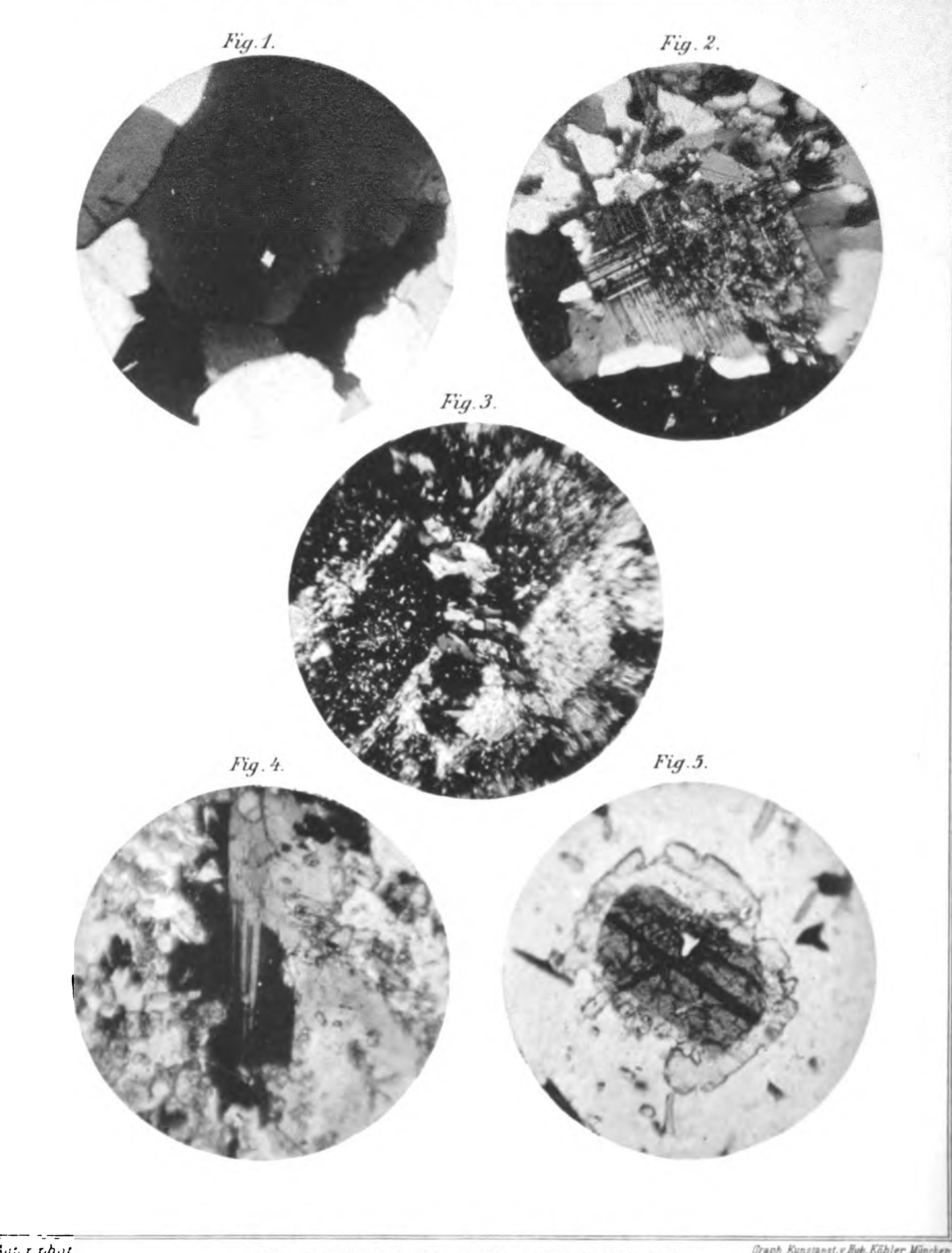
Fig. 2. Plagioklaskrystall mit scharfer Umgrenzung und in 2 Richtungen durchsetzenden, ungestörten Zwillingslamellen, welcher namentlich im Kern eine grosse Menge von Mikrolithen von Zoisit, Epidot, Glimmer etc. umschliesst. Aus einer basischen Ausscheidung im Centralgranit des Mösele, Schlegeisgrund, Zillerthal. + Nicols. Vergrösserung ca. 40 fach.

Fig. 3. Plagioklas mit Mikrolitheneinschlüssen zerbrochen und durch ein Aggregat von Quarz mit Biotit verkittet. Aus dem parallelstruirten Centralgranit vom Hohen Aderl, Südabhang des Gross-Venedigers. + Nicols. Vergrösserung ca. 40 fach.

Fig. 4. Parallele Verwachsung von Biotit mit Chlorit. Aus dem richtungslos körnigen Centralgranit vom obersten Krimmler Achenthal. Gewöhnliches Licht. Vergrösserung ca. 40 fach.

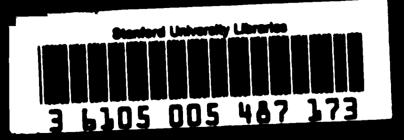
Fig. 5. Krystall von Orthit mit Zwillingslamelle und Epidotrand. Aus dem porphyrischen Granit der Apophyse am Ochsner, Zemmgrund, Zillerthal. Gewöhnliches Licht. Vergrösserung ca. 70 fach.





Autor phot.

Graph. Kunstanst. v. Hub. Köhler, München


Stanford University Libraries
3 6105 005 487 173

